

An aerial photograph of a dark asphalt road that winds through a lush, green forest. The road has white lane markings and a concrete guardrail on one side. A small blue car is visible on the road. The forest is dense with various types of trees, including tall evergreens and shorter deciduous trees.

循環型経済 への道

なぜサーキュラーエコノミーが
主流になりつつあるのか

日本語翻訳版発刊にあたり

産業革命以降、大量生産・大量消費・大量廃棄によるリニア型の経済モデルは人類の繁栄の点では大きな成功を収めたものの、地球が本来持つ循環型機能に大きなダメージを与えてきました。生物多様性の喪失、森林減少、土地の劣化、有限資源の枯渇、化学汚染、気候変動などが引き起こされており、この崩れた循環を再び取り戻すためには、新しい循環型経済（サーキュラーエコノミー）モデルが必要です。

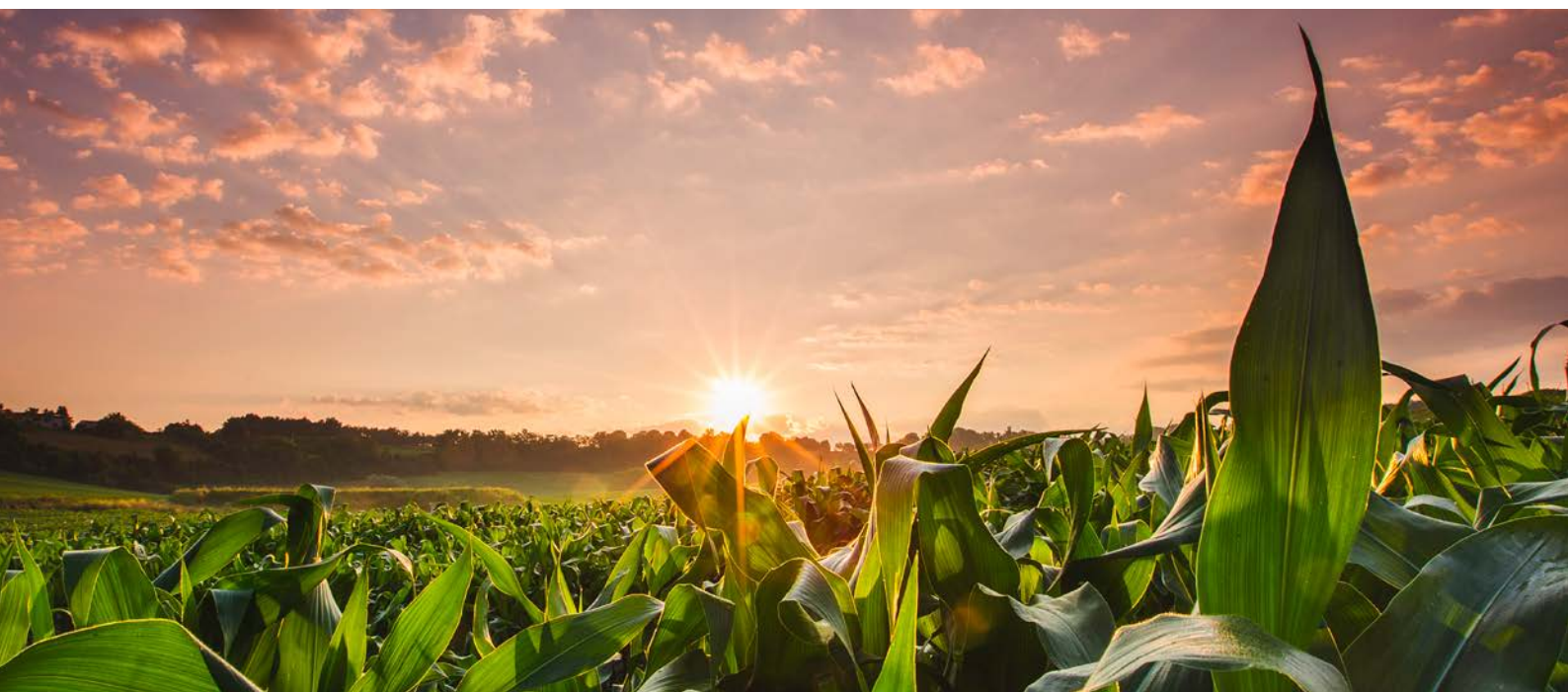
日本では、3R（リユース・リデュース・リサイクル）の思想は積極的に実践されてきましたが、リニア型の経済モデルの中で付加的に3Rを実践するだけでは、この地球の崩れた循環を取り戻すことはできません。循環の考えを中心に据えて経済モデル自体を再構築し、価値創造をどのように最大化できるかという命題に挑戦する必要があります。環境にも経済にも持続可能性を持たせるこの新たな産業の経済規模は2030年までに4.5兆米ドル（約540兆円）に上るとわれています。特に欧州では、循環型経済は経済成長戦略の一つとして位置づけられており、グローバル企業やスタートアップによる具体的な事業事例も出始めています。

パリ協定、SDGs、気候変動による影響の開示を求める「気候関連財務情報開示タスクフォース（TCFD）」などをきっかけにして、日本においても「サステナビリティ」がいよいよ企業経営の重要テーマとして認識されてきています。PwCが日本企業の皆様の経営とサステナビリティの統合に関する支援をさせていただく中で、日本においても企業経営の新しい前提としての「サステナビリティ課題」の特定を終え、ビジネスを通じてどのようにその課題を解決していくかを検討する段階に移ってきていると認識しています。この課題解決の具体的な方法を検討する上では、循環型経済の考え方を理解し先進事例に学ぶことは非常に重要です。

本レポートでは、循環型経済の基本的な考え方や欧州を中心とした事業事例をご紹介します。本レポートを日本企業の皆様のサステナビリティ経営の実践の一助としてお役立ていただけますと幸いです。

PwCあらた監査法人
PwCサステナビリティ合同会社
パートナー
磯貝 友紀

本報告書は、PwCメンバーファームが2019年に発行した『The road to circularity』を翻訳したものです。翻訳には正確を期しておりますが、英語版と解釈の相違がある場合は、英語版に依拠してください。



目次

序文	4
イントロダクション	6
- 新しい経済モデル	6
第1部 - 循環型経済の理論	
問題は何か？	11
- 地球が直面している課題	11
- 環境汚染と資源不足	14
経済学的な観点から	16
- 負の外部性と公共財	16
- 人々の関心の高まり	17
どのように解決するのか？	19
- 市場のダイナミクスと変化へのインセンティブ	19
- 効果的な対応	19
- 中古品・素材市場の創造	20
多くの成功はあった。しかし、まだ始まったばかりである。	22
- なぜ、まだ循環型経済を必要とするのか	22
第2部 - ビジネスの観点から	
企業が循環型経済を進める理由	27
- 循環型経済ビジネスモデルの利点	27
- 外的ショックに対する耐性の強化	27
- ブランドの向上	27
- 規制圧力に対する事前対応	29
- デジタル化	29
循環型経済の原則と方針	
- 循環型経済戦略の10個の事例	33
課題を受け入れ、目標を設定し、進捗を測定する方法	44
- 行動を起こす	44
- 方向性の決定と目標の設定	45
- 進捗の測定	46
第3部 - 全てを統合する	
前進	49
第4部 - どのように支援を行うか	
PwCの循環型経済サービスの提供	51



序文

経済学は、地球はリニア・モデル（直線型モデル）による生産を現状では維持できないものと明らかにしています。循環型経済は、大きなチャンスであり、また課題でもあるでしょう。現在のリニア・モデルのもたらす影響は今後ますます明らかになり、その解決策としての循環型経済は、経済活動における新しい、また根本的に異なる考え方を提案し、長期的な繁栄をも保証しています。

この報告書は「環境面への配慮が企業にとってどのような意味を持つか」という議論に寄与しています。ここでは循環型経済の背景に経済学的な裏付けを置くことで、リニア・モデルからの劇的な変革が不可避であることを示し、このトピックをさらに探求する理論的基礎となるでしょう。経済的な成功と環境への配慮は極端に相反しているものではなく、むしろ循環型経済においては、これらの概念は相互補完的なもののなのです。

自然界の仕組みを模倣することで、何も無駄にせず、また価値創出を最大化する連続的な循環として、経済を（再）組織化することが可能です。この循環型経済は、連続的な循環へと全資源を再利用するエネルギーサイクル（energy cycle）とクローズド・ループ・マテリアル（closed loop materials）を作り出すことにより、経済活動を有限資源の消費から切り離すことが可能となっています。

PwCドイツ法人のアシュアランス・リーダーおよび、PwCオランダ法人のマーケット・リーダーとして、PwCが循環型社会への移行を先導することが重要であると強く感じています。私たちは、循環型経済を直接的に推進する機会と挑戦を社内で検討してきました。



この数年間、PwCはエネルギー、水、食品、紙、電子機器など、私たちのビジネスで使用する資源に循環型経済の原則を適用してきました。メンバーファームの多くが、独自のルールを持っているのです。例えばPwCオランダでは、2030年までにカーボン・フットプリントをゼロにし、完全な循環経済型ファームの実現を目指しています。循環型社会への道は困難なものです。従業員もクライアントも同じようにこの努力を評価しており、大いに価値があるものと考えています。

循環型経済は、私たちの既存の考え方に異議を唱えるものであり、また実現に向けた行動を駆り立てます。これは困難として立ちはだかるだけでなく、新しい解決策を求めているのです。だからこそ、私たちのエコシステム・パートナーである政府、ビジネス、もしくは市民社会のいずれにおいても、システム変化の相互依存性を認識し、循環型経済戦略を策定する必要があります。革新的で競争力のある経済を創出するために、私たちは、地球が提供できる範囲内で新しい循環型経済モデルを共同で創造しなければなりません。

このような規模の移行が困難であることは否定できませんが、避けられない道です。価値があり、また、一致団結して達成できるものであると信じています。

今こそ循環型経済に移行すべきなのです。そして、それは実現することができます。



Petra Justenhoven
アシュアランス・リーダー
PwCドイツ、PwC欧州



Renate de Lange-Snijders
マーケット・リーダー
PwCオランダ

イントロダクション

新しい経済モデル

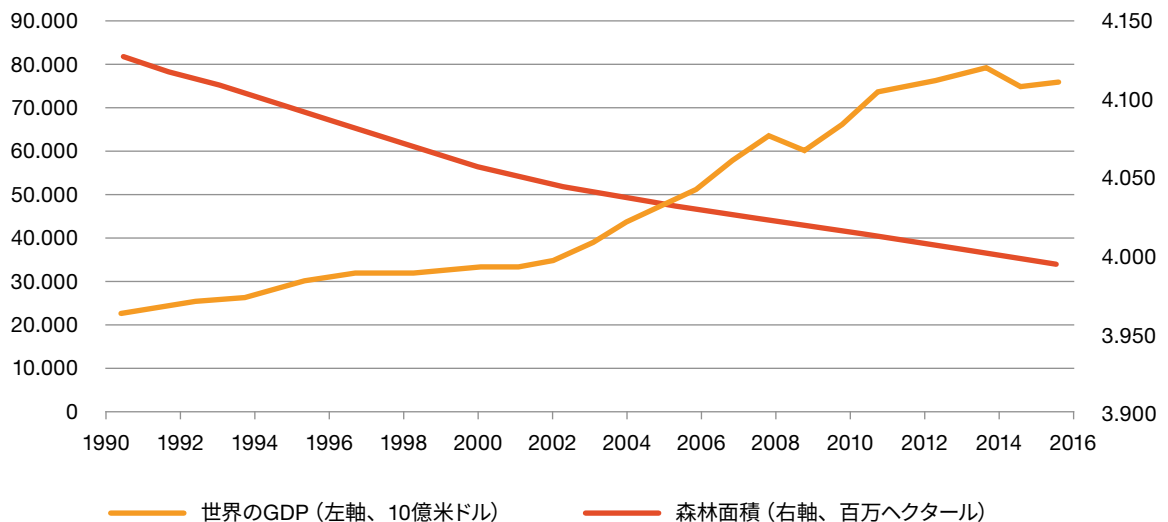
過去200年にわたって経済成長と繁栄をもたらしてきた現在の世界経済システムは、第一次産業革命によって大量生産という概念が導入された後に台頭したリニア・モデルに基づいている。特に1940年代末以降、技術・社会のイノベーションは、多くの人々の生活水準を向上させた¹。経済成長という点では、信じられないほどの成功を収めてきたのである。

しかし、同時期に地球のエコシステムは深刻なストレスの兆候を見せ始めた（図表1）。リニア・モデルは、限られた期間のみ使用される製品を生産するために天然資源を採取し、廃棄物として処分している。これは、「採取-使用-廃棄（Take-Make-Dispose）産業モデル」とも呼ばれている。

一方で循環型経済とは、こうした有限資源の消費を前提とした既存の経済活動を代替する経済モデルである。循環型経済モデルは、自然が行っている循環作用からその発想を得ており、クローズド・ループ・マテリアルとエネルギー・サイクルを作り出す。この循環内では、廃棄物は価値のリークとみなされ、問題にされる。

循環型経済モデルでは、資源を効率的に利用し、再生可能資源の使用を優先し、価値最大化のために製品の使用回数と寿命の最適化、そして残渣物や廃棄物を回収・再利用して新しい材料や製品を作ることを行う（図表2）。また、再生可能資源の利用フローと有限な資源を、責任を持って管理する。

図表1 世界の経済成長と森林破壊を基準とした環境悪化の対比



出典：世界銀行、国連食糧農業機関

¹ Hans Rosling, Ola Rosling and Anna Rosling Rönnlund (2018), Factfulness: Ten Reasons We're Wrong About the World – and Why Things Are Better Than You Think.

循環型経済とは、経済活動と有限資源の消費を切り離す経済モデル



What's new?

循環型経済の概念は地球そのものと同じくらい古い。なぜならば、地球は常に循環して機能してきたからである。全ての物質が連続的な循環を形成する生物学的過程を経て、生態系に再び組み込まれる。それ故に、自然界に無駄なものはない。

人類の経済生産がリニア・モデルになったのは産業革命以降から現在までのわずか200年間にすぎない。人類と世界の歴史を振り返れば、人類が築いた現在の世界はむしろ異常な状態であるといえる。

もしも循環型経済への移行が成功すれば、私たちは原点に立ち戻り、自然を反映した形で経済を組織化できる可能性がある。何も無駄にならない連続的な循環の一部として、有機物は生物学的プロセスを通じて生態系に再び入ることができる。

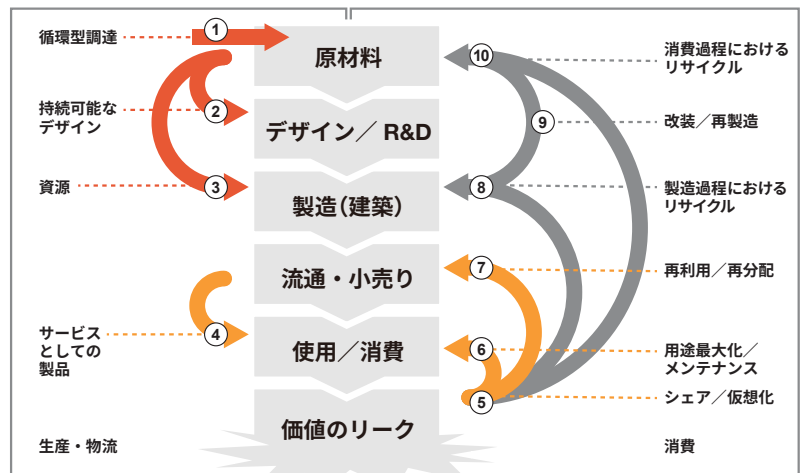
循環型経済は、地球と人々の健康と幸福をより一層支えるために、エコシステムを再生する。直線的な「採取-使用-廃棄アプローチ」を、価値連鎖的な循環に変換することによって、資源の消費と経済成長を切り離すのである。

図表2 循環型経済の概念

3つの原則



10個の循環型戦略

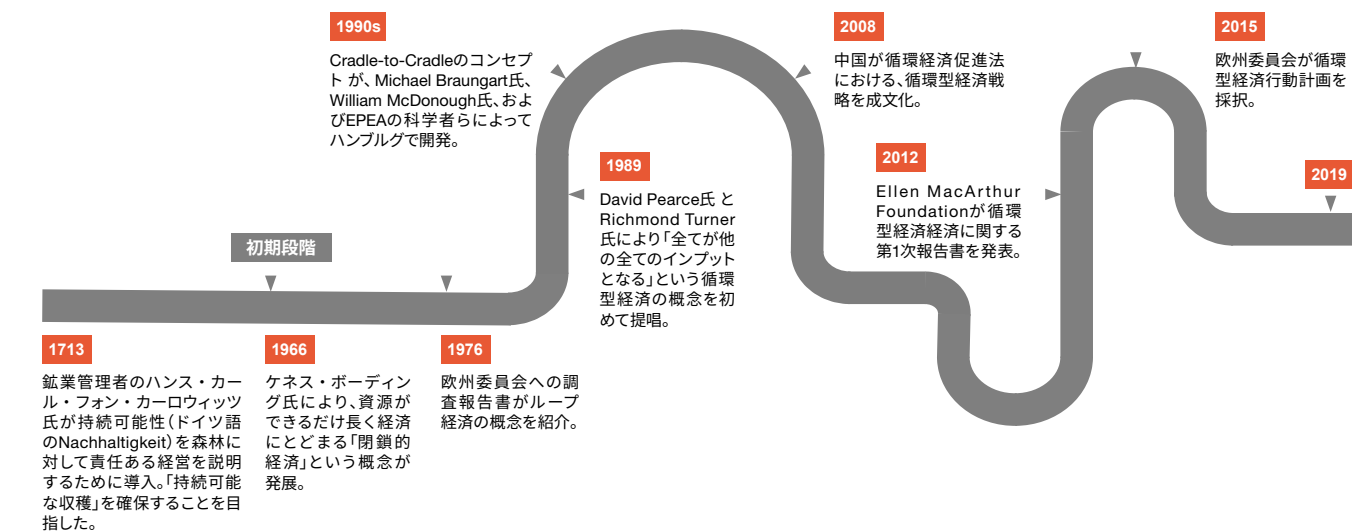


- 循環型経済モデルでは、包括的な3つの原則に基づき、10個の対応方針を定義。
- 生産／流通と消費の両段階における資源の連続的なつながりを定義。
- 生産／流通段階での循環性は、再生可能エネルギーの利用を最大化し、バリューチェーン全体での価値のリークを最小化することを目的とする4つの方針（1～4）がある。

- 消費段階においては、シェア／仮想化、用途最大化、再利用、リサイクルなどの6つの方針（5～10）を通じて、製品や材料を最も有効な用途で循環させることで、価値のリークを減らす。
- 製品の使用可能期間の終わりには、その重要な残渣物が生産的な目的のために収集ができないため、価値がリークしたとされる。使用後に製品や材料を廃棄するのではなく、循環型経済によって価値を生み出すことで、この価値のリークを止めることが可能。

出典：PwCによる分析

図表3 循環型経済の概念は、1970年代以降、学者、思想指導者、事業・政策立案者が主導する形で勢いを増した



出典：PwC分析



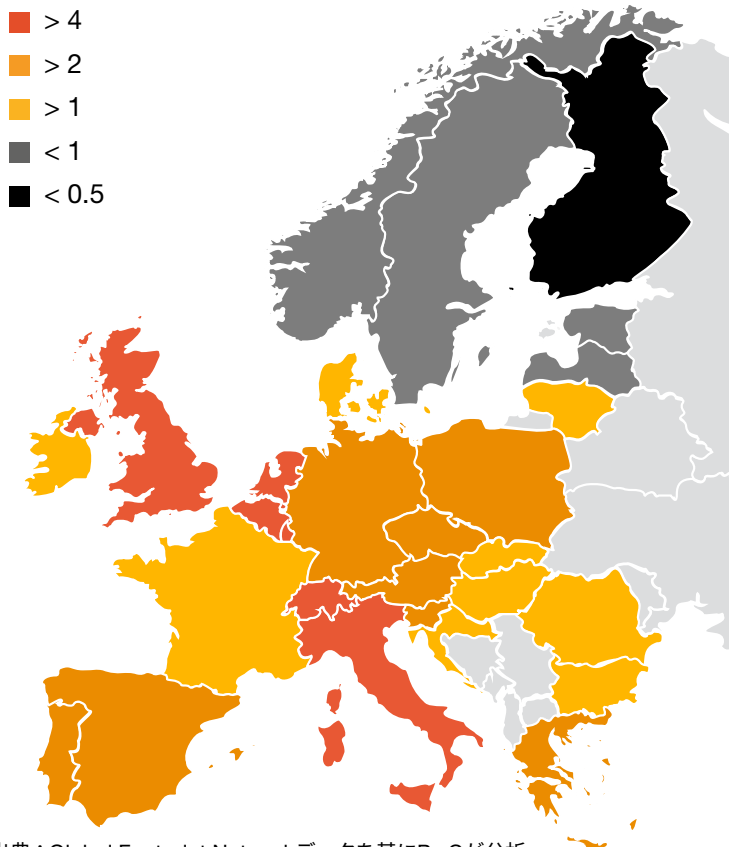
A satellite image of Earth from space, showing the Americas and surrounding oceans. The image is used as a background for the title page.

第1部

循環型経済の理論

問題は何か？

図表4 EU主要国のエコロジカル・フットプリント
(数字は現在と同レベルの国内需要を、自国だけで賄うために必要な自国の数)



出典：Global Footprint Networkデータを基にPwCが分析

環境的不足と、環境的蓄え

人類の経済活動が自然に与える影響を測定する方法は、グローバル・フットプリント法である。これは、経済活動がいかに自然に影響を及ぼしているかを、エコロジカル・フットプリントとして定量化する方法だ。需要と供給の考え方をう用いると、供給は自然がある一定期間における自然の資源再生可能量であり、需要はその資源を用いて行われる経済活動となる。この方法では、一定の地理的範囲にわたって測定が行われる。

環境的不足（ecological deficit）は、ある集団の消費するエネルギーが、その集団が利用可能な一定地域におけるバイオ・キャパシティ（生物学的な許容量）を超えてしまうと生じる。国家規模の環境的不足とは、国が貿易や環境的資産の現金化、二酸化炭素の排出を通じて、この消費が供給を越えてしまっていることを意味している。

ある地域におけるバイオ・キャパシティが、その地域内人口による消費ニーズを超えている場合は、環境的蓄え（ecological reserve）が存在していることになる。

表面積が小さく、人口が密集していると、一般的に環境的不足は大きくなる。加えて、国の経済構造（支配的な業界の種類）も、環境的不足に影響を与えている。

一部の国では、バイオ・キャパシティの何倍もの消費をしている状態、すなわち非常に大きな環境的不足状態にある。図表4では、欧州各国がどの程度、環境的に不足しているかが示されている。

地球が直面している課題

1970年代以降、人類は環境への影響という観点において、実質的な環境的不足を抱えてきた²。これは地球全体の年間資源需要量に対して、地球が1年間で再生可能な資源量を上回っていることを意味している。

現在、世界経済は地球1.7個分に相当する資源を生産および廃棄物処理に使用している（算出方法は、左記のグローバル・フットプリント法と同様）。このままのビジネスシナリオでは、2020年には自然が実際に再生できる量の75%を上回るだろうと予測されている³。

大規模な環境ダメージの他の例としては、生物多様性の喪失、森林減少、土地の劣化、有限資源の枯渇、地球の淡水循環の崩壊、化学汚染、気候変動などが指摘されている。

こうした経済的発展が継続された場合、引き起こされる環境への影響は不可逆になる可能性がある。あるいは、環境への影響が増加する「転換点」まで自ら達することで、もはや人間の力では環境悪化を止めることができなくなってしまう可能性もある。

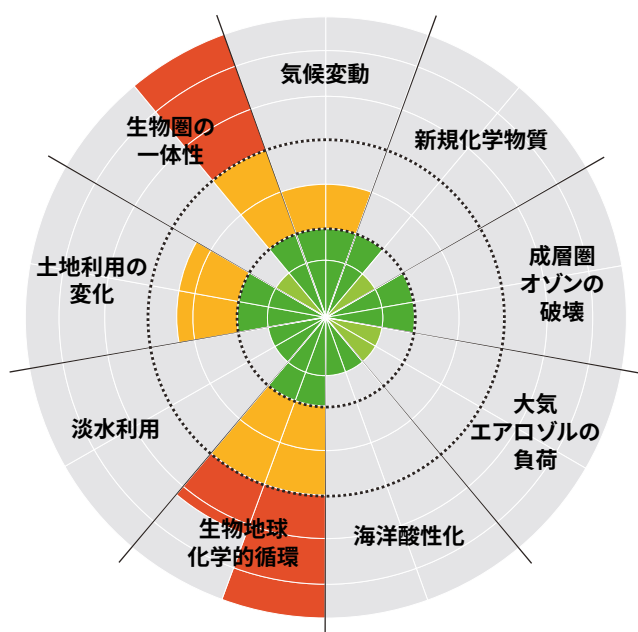
気候変動に関する政府間パネル（the Intergovernmental Panel on Climate Change）の研究者らによれば、地球温暖化がこのような転換点に達する危険性は十分にあることを示している。もしこのような転換点を通過してしまえば、地球の気候変動は止めることのできない負のスパイラルに陥る⁴。

2 Global Footprint Network: Advancing the Science of Sustainability, Ecological Footprint: <https://www.footprintnetwork.org/ourwork/ecological-footprint/>, 19/02/2019閲覧。

3 Global Footprint Network: Advancing the Science of Sustainability, Ecological Footprint: <https://www.footprintnetwork.org/ourwork/ecological-footprint/>, 19/02/2019閲覧。

4 Intergovernmental Panel on Climate Change (2018), Global Warming of 1.5° C – Summary for Policy Makers, 05/04/2019 閲覧: https://report.ipcc.ch/sr15/pdf/sr15_spm_final.pdf

図表5 プラネタリー・バウンダリー・フレームワーク



■ 境界線より下のゾーン (安全)
 ■ 不確実性のゾーン (リスクの増加)
 ■ ゾーンを超えている部分 (ハイリスク)

出典：Stockholm Resilience Centre

Key:

- 1. 成層圏オゾンの破壊：** 主にフロン濃度上昇によるオゾン層破壊（22ページ参照）。
- 2. 生物圏の一体性：** 食品、水、天然資源に対する人間の需要によって引き起こされる生物多様性の喪失と絶滅。より信頼できるデータを利用するために、さらなる研究が進行している。
- 3. 新規化学物質：** 合成有機汚染物質、重金属化合物、放射性物質などの有毒かつ長寿命な物質の排出による化学汚染。
- 4. 気候変動：** 過剰な温室効果ガス排出の影響による地球温度上昇。
- 5. 海洋酸性化：** 排出されたCO₂の約4の1は最終的に海洋に溶解し、炭酸が生成される。これにより海洋の化学的な特性が変化し、pHの低下を引き起こす。
- 6. 淡水利用：** 淡水の循環は気候変動の影響を強く受け、希少性が進行する。結果として、地球規模の河川流量の変動や蒸気流量の変動が発生。水系の変化は突発的かつ不可逆的なものであるとされている。
- 7. 土地利用変化：** 森林は気候を制御する上で重要な役割を果たすため、森林の土地利用に関する制度は焦点になる。土地の利用方法に関する変更は、生物多様性への影響だけでなく、水流や重要な生物学的循環への影響もある。
- 8. 生物地球化学的循環：** 大気および海洋への窒素とリンの排出。
- 9. 大気エアロゾルの負荷：** エアロゾルは空気中に浮遊する固体微粒子または液体を指す。水蒸気との相互作用を通じて、雲の形成と気候に影響する。

**プラネタリー・バウンダリー
 (Planetary Boundaries)**

プラネタリー・バウンダリーは地球のエコシステムに着目し、そのうち代表的な9つを対象として、その臨界点について具体的な評価を行ったもの。この臨界点を越えた場合、大規模な突発的または不可逆的な環境変化のリスクが増加するとされる。

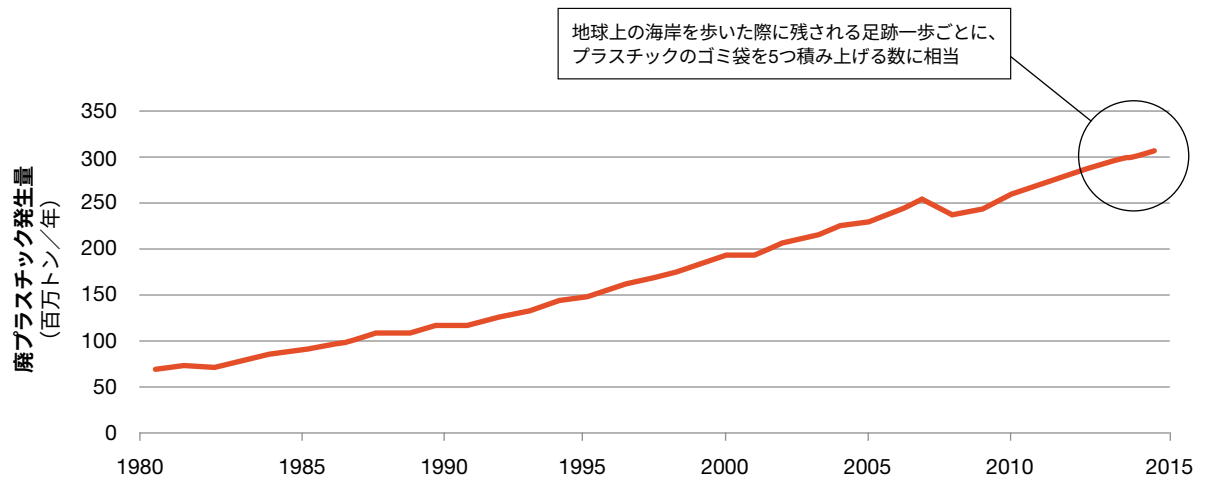
出典：Stockholm Resilience Centre

グローバル・フットプリント法に類する指標として挙げられるプラネタリー・バウンダリーは、地球環境の安定性維持と（地球による）自己再生を行う上で不可欠な9つのシステムにおける臨界点を定義している。現在、9つのうち4つが安全域外⁵（図表5）にある。臨界点を一つでも越えていると、突発的な環境変化を誘発するリスクが生じ、惑星規模の環境システムにも影響を及ぼすとされる。

この研究を行う科学者によれば、人間の生命を支える地球のエコシステムのうち、半分以上が劣化状態にあるか、もしくは持続不可能な形で利用されている。技術進歩と国際貿易によってもたらされる世界的な相互関連性は、人類の経済活動から影響を受けないエコシステムが実質的に存在していないことを意味している。

⁵ Will Steffen et al. (2015)、Planetary Boundaries: Guiding on the change planet, Science, Vol.347, Issue 6223

図表6 プラスチック廃棄物の発生量は過去数十年にわたって着実に増加



出典：Our World in Data



エコシステムは、人類の繁栄と悪化する環境から生き残るために必要なものであるからこそ、私たち全員にとって非常に大きな問題⁶になっている。

環境悪化を引き起こす主要因は、廃棄物と汚染である。廃棄物問題の一例としては、プラスチック廃棄物の発生量が増加傾向にあることが挙げられる（図表6）。2025年には、魚類3トン当たり1トンのプラスチックが海洋に含まれる可能性がある⁷と推定され、このままでは2050年までに魚類よりもプラスチックの方が多くなるといわれている⁸。

このプラスチックの一部は海洋の食物連鎖、ひいては人間の食物連鎖にも混入する証拠も存在している。実際に、人は平均で年間約5万ピースのプラスチック片を消費し、その同量を体内に吸い込んでしまっていることになる⁹。

6 Stockholm Resilience Centre, Reconnect to the biosphere, 15/05/2019閲覧:

<https://www.stockholmresilience.org/research/research-news/2015-02-19-reconnect-to-the-biosphere.html>

7 Ocean Conservancy and McKinsey Center for Business and Environment (2015), Stemming the Tide.

8 Ellen MacArthur Foundation (2017) The New Plastics Economy: Rethinking the future of plastics and catalyzing action.

9 Cox, Covernton, Davies, Dower, Juanes and Dudas (2019), Human Consumption of Microplastics.

環境汚染と資源不足

リニア・モデルによって引き起こされる最初の、かつ最も根本的な問題は、現在の経済活動が環境汚染を加速させていることである。世界の人口の半分が中産階級以上である（図表7）ことを考えると、リニア・モデルとは根本的に異なり、かつ私たちの消費ニーズを満たすことができるモデルをこれから見つけない限り、地球の資源と生態系への影響はさらに大きくなる¹⁰。

リニア・モデルによる2つ目の問題は、地球が供給できる以上の資源を消費してしまうことであり、必然的にいくつかの資源が不足することだ。

資源不足（resource scarcity）は、さまざまな理由で起こりうる。ここでは、この資源不足を3種類に区別することができる。物理的な不足は、利用可能資源の枯渇を示す。さらに、資源へのアクセスがより困難になるにつれて、資源抽出に関するコストとエネルギーも増加する。従って、資源1kg当たりのCO₂排出量も増加し、環境汚染の加速という第一の問題をさらに悪化させる。

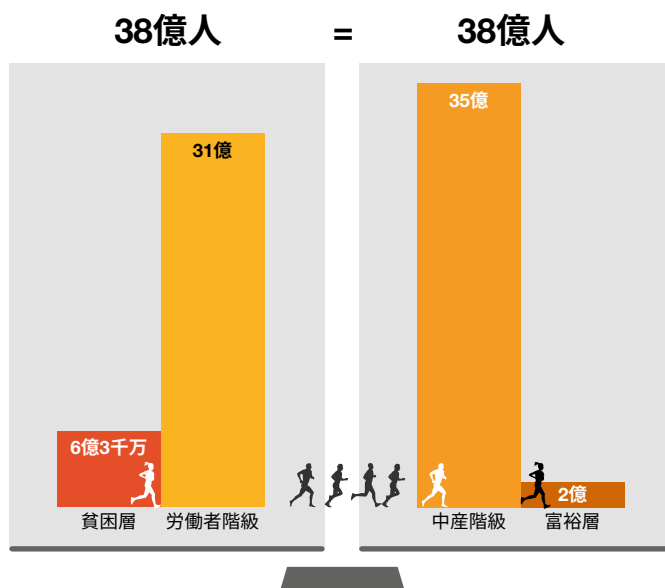
経済的不足は、需要と供給の関係から示される。現在の価格で資源を採取することは、今後も経済的に成り立つものであるのだろうか。また、地理的な不均衡により、特定の場所においてのみ資源利用可能性が高くなり、反対に別の地域では利用可能性が乏しくなる可能性があるため、効率的な配分であるか否かにも関係してくる。

最後に、地政学的不足は特定の地域のみが資源をコントロールすることによる依存性とリスクを示している。図表8では、重要な資源の世界市場におけるいくつかの地理的不均衡を示している。

3種類の不足は密接に結びついている。資源価格は採取の実行可能性を決定するだけでなく、価格が高い場合は資源支配をめぐる紛争リスクを高めることにもなる。

さらに、資源市場に対する国際的なガバナンス構造が脆弱であることも、資源不足による暴動や武力紛争のリスクを増大させている可能性がある。武力紛争が起これば、資源抽出はより困難なものになり、資源不足の状態がさらに高まることも予想される。

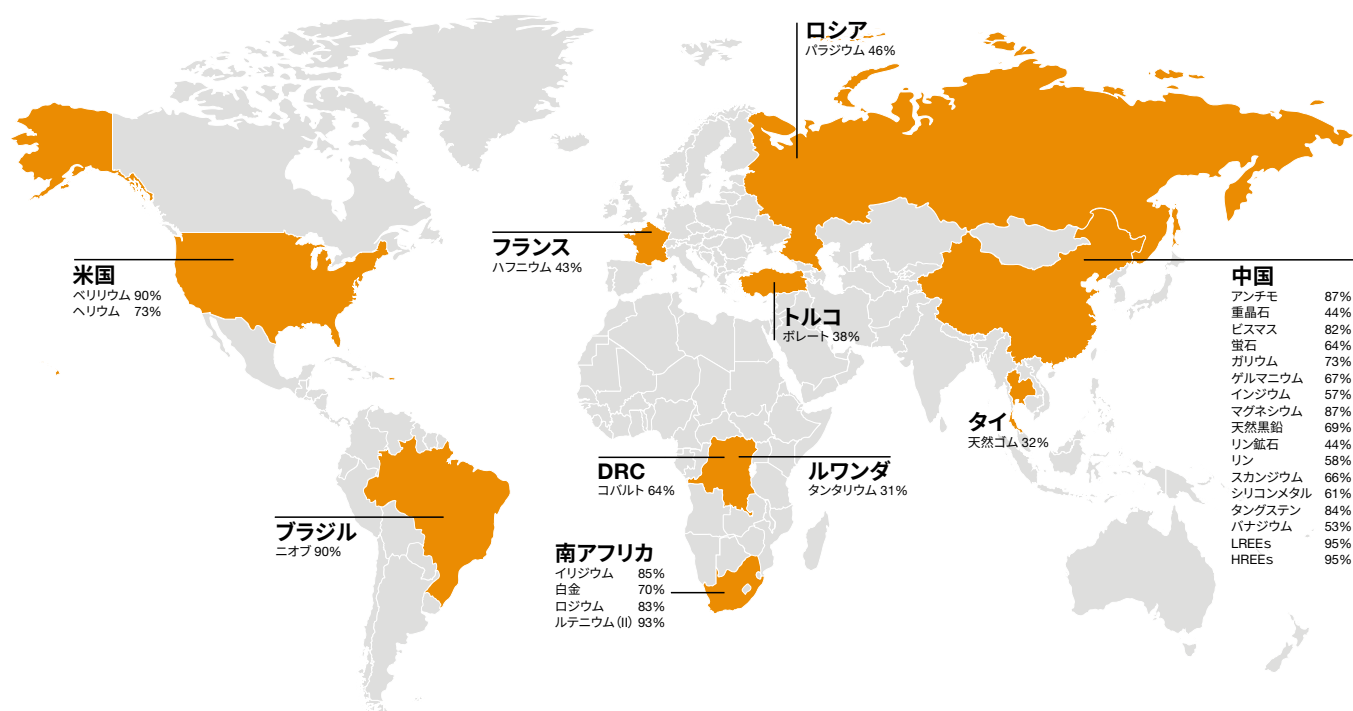
図表7 世界の人口の半分は、現在、中産階級または富裕層（2018年）



出典：World Data Lab

10 Brookings Institute (2018), A global tipping point: Half the world is now middle class or wealthier
04/06/2019閲覧: <https://www.brookings.edu/blog/future-development/2018/09/27/a-global-tipping-point-half-the-world-is-now-middle-class-or-wealthier/>

図表8 主要資源の供給に関して優位な地位を占めている地域が存在 (2010 - 2014年平均)。



出典：European Commission

紛争鉱物 (Conflict minerals)

需要が高く、世界的に不足している特定の鉱物の貿易は、武装勢力への資金流出、強制労働などの人権侵害、汚職やマネーロンダリングに利用されるリスクを含んでいる。

紛争鉱物とは、錫、超合金、タンタルなどのレアメタル、および金が含まれ、内戦などの武力闘争、もしくは紛争を経験し、国力が弱まっている国や地域で採掘されている。すなわち多くの場合で、こうした鉱物が採掘可能な周辺地域には脆弱なガバナンス構造が伴っている。

関連規則

近年の規制からも、紛争鉱物の問題を読み取ることができる。米国ドッド・フランク法は、2013年以降の、コンゴ民主共和国 (DRC)、またはその隣接国から供給される鉱物に対するデューデリジェンス要件の設定を主導した。この規則において、企業はデューデリジェンス結果について公に報告し、その報告書は独立した監査を受けることが義務付けられている。

「紛争鉱物に対する責任ある調達」に関連する規制への必要性の高まりを反映し、2021年には欧州でも新規則が発効される。

自主基準

こうした政府規制に加え、NGO、金属取引所、企業の協力によって関連基準が設置されている鉱物市場では、数多くの「責任ある調達」やデューデリジェンスに関するフレームワークも存在している。

多くの金属取引プラットフォームでは、取引される鉱物について、デューデリジェンスの実施が必要となっている。例えば、ロンドン貴金属市場協会 (LBMA、London Bullion Market Associate) は、金のような一部の金属のデューデリジェンス要件を定めている。これは、LBMAで金を取引したい場合にはLBMAのデューデリジェンス・ルールに従う必要があることを意味している。

出典：ビジネス&ヒューマンライツリソースセンター、欧州委員会、PwC

経済学的な観点から

負の外部性と公共財

環境悪化につながる廃棄物と汚染は、経済学では**負の外部性**、もしくは外部コストと呼ばれている。負の外部性は、経済活動が第三者に対して負の影響を与えている際に生じている。どのような製造工程においても、ある財を生産するコストには、生産者が負担する私的コストと、社会へと転嫁される環境悪化などの外部コストが含まれる。

公害は負の外部性



企業が伝統的なリニア・モデルに従って活動する場合、「汚染へ配慮するか否か」という生産者の意思決定に対して、負の外部性の存在は影響を与えない。なぜならば、生産者は生産を行うことにより発生する外部コストから直接的な影響を受けないからである。リニア・モデルにおいて、企業は社会的・環境的に最適であることよりも、より多くの生産を行うことに対してのみインセンティブを持つため、それが過剰な負の外部性につながる。

経済用語集

外部性：

経済活動が関連のない第三者に与える影響。

経済財：

利用者または社会に利益（効用）をもたらす財またはサービス。

市場の失敗：

自由市場による財・サービスの配分が効率的でなく、しばしば社会福祉の損失につながる状況。

公共財：

自由市場によって供給されない財。非競合性かつ非排他性を持つ財と定義される。

正の外部性はこの反対を意味し、第三者や社会に対して正の影響を与える生産を選択することである。例えば、温室効果ガス排出量を削減する新しい生産設備に投資することが挙げられる。

温室効果ガス排出量の削減は、社会的な視点からは望ましいが、この投資は企業にとって高額であり、必ずしも生産量の増加に必要なものではない。従って、企業はこのような投資に当たって、コスト削減や収入増加のようなインセンティブを直接的に持つことはない。福祉経済学の視点において、企業がクリーン技術にほとんど投資しないのはこのためである。

しかし、「クリーンな環境とは、無償で提供されるべき普遍的な権利である」と社会全体が考えていることを考慮すると、企業が社会的・環境的観点から必要以上に環境汚染することは問題となる。経済学では、これを**公共財**と呼ぶ。

きれいな水は公共の利益



公共財は、非競争性と非排他性を有している財を指し、「ある特定の人物が清潔な環境を享受することは、別の人物の犠牲の上に成立しているものではない」という意味がある。清潔な環境が利用可能である状況の中で、ある特定の人物だけを清潔な環境から排除することは不可能なのである。このような特徴から、一般的に人々にとって公共財への支払いが好ましいものではなく不本意である、と捉えられることから、企業も公共財を供給することにインセンティブがないことを示している。

だからこそ、自由市場のダイナミクスが最終的な公共財の供給不足につながる。これは、現在のリニア・モデルが環境悪化を導いていることを再び示している。

人々の関心の高まり

現在では、人々が「どのような過程で生産が行われた製品であるか」に基づいて選択（生産選択：production choices）することによる影響がより顕在化している。すなわち人々の関心の変化し、リニア・モデルの生産・消費に伴う問題について、企業が行動を起こすことが求められるようになってきているのである。

環境汚染とその影響に対する企業の意識の高まりを受け、世界各国の政府が世界の平均気温上昇を産業革命以前に比べて2°C未満に保つ（2°C目標）とともに、1.5°C未満に抑える努力を追求すること（1.5°C目標）を約束した、COP21のパリ協定が締結されている¹¹。


これにコミットすることに加えて、各国政府は、環境に関する他の国内および国際的な協定において、「清潔かつ生存可能（liveable）な環境」を公共財として定義した。

気候変動のためにストライキをする生徒たち



現在、International Environmental Agreements Database Project には、大気、生物多様性、化学物質、有害物質、廃棄物、土地そして水に関する3,750件以上の協定が掲載されている。各国政府が環境悪化に対する国民の懸念をますます深刻化させている中で、公共財と定義されるものが過去数十年にわたって増加しているのである。

¹¹ 気候変動に関する政府間委員会（2018年）、地球温暖化1.5°C -政策決定者向け要約、2019年4月5日閲覧：
https://report.ipcc.ch/sr15/pdf/sr15_spm_final.pdf



資源が前例のない速度で不足しているとしても、国際的な市場原理によって資源の適切な価格上昇が起きることにより、この問題を解決できるはずである。
しかし問題は、価格調整はあまりにも遅く、環境破壊を回避できない可能性が高いことなのだ。

どのように解決するのか？

市場のダイナミクスと変化へのインセンティブ

経済学的な観点では、資源不足は環境悪化よりも小さな問題であり、かつ自由市場によって解決ができる。自由市場においては、資源やエネルギーが不足すると価格が上昇し、企業は資源の効率性を向上させ、最終的には汚染を減らすと考えられる。

さらに価格の上昇は、回収や再利用のインセンティブを生み出すために、中古品の市場を創出する。これは、ガラス、紙、および多くの金属材料で確認することができ、再生材料は未使用原材料（中古品市場を経由していない原材料）と効果的に競合する。

このため、資源がかつてないペースで枯渇しているとしても、市場が資源価格を引き上げることでこの問題を解決できるはずである。

しかしながら、問題は価格調整があまりにも遅く、環境破壊を回避できない可能性が高いことである。これは、現在用いられている経済モデルに疑問を呈している。では、なぜこのモデルでは十分な対処ができないのだろうか？

効果的な対応

この疑問に対する解答を簡潔に述べると、企業によりもたらされる負の外部性と、公共財の不十分な供給による市場の失敗であるといえる。市場の失敗によって、自由市場は効率あるいは社会的に最適な結果を生み出さず、政府は過剰な負の外部性をもたらす活動を規制する必要が生じる。

前章では、民間事業者がなぜ公共財を供給する動機を持っていないかを示した。これは、環境を守る責任が政府にあることを意味している。しかし、政府がその目標を達成するためには、民間が主体的に協力する必要もあるのである。

循環型経済への移行を促進するために、政府は生産の外部コスト（負の外部性）を内在化し、クリーンな環境（公共財）を効果的に保護する形で規制を行うことが可能である。外部コストの内在化を図る場合、政府は汚染者負担の原則に沿った規制を実施することになる。これは、汚染に対して価格を設定することと同義であるといえる。

公害に対する税金や課徴金は、政府が会社が生産活動の外部コストを負担させる一つの方法と解釈できる¹²。同様に、キャップ・アンド・トレード制度は、排出量を一定のレベルに抑えるよう企業ごとの上限を設け、その排出枠取引を許可することで環境汚染に価格をつける。

賦課金や（賦課金発生による）コストの増加は、会社環境汚染を減らす動機をもたらす。EU ETS（欧州排出量取引制度）では、国際機関がキャップ・アンド・トレード制度を通じて温室効果ガス排出量に価格をつけた一例であるだろう¹³。

拡大生産者責任（EPR、Extended Producer Responsibility）は、環境汚染者の負担を増やすもう一つの方法である。生産者は、使用後製品について責任（費用の支払いによる金銭的な責任、または製品の回収、処分や廃棄を行うことによる物理的な責任）を負う。すなわち、EPRは廃棄物削減の動機を与えているのである。今日では、多くの政府がEPR方針を導入し、電気製品や電子機器などの新しく誕生している製品グループやその廃棄処理過程へと拡大している傾向にある¹⁴。

政府がこれらの措置のいずれかを通じ、公害レベルを下げるのであれば、こうした規制は社会福祉を増加、もしくは最大化させる可能性がある。環境汚染者に支払いをさせることは、より広範な社会福祉と利益最大化を両立させるのである。

同様に、循環型経済による生産モデルを動機づけるために、政府は正の外部性を生み出す活動にインセンティブを与えるべきだろう。例えば、環境に対する悪影響を減らすイノベティブなアイデアに助成を行うことは、有効な手段であるといえる。

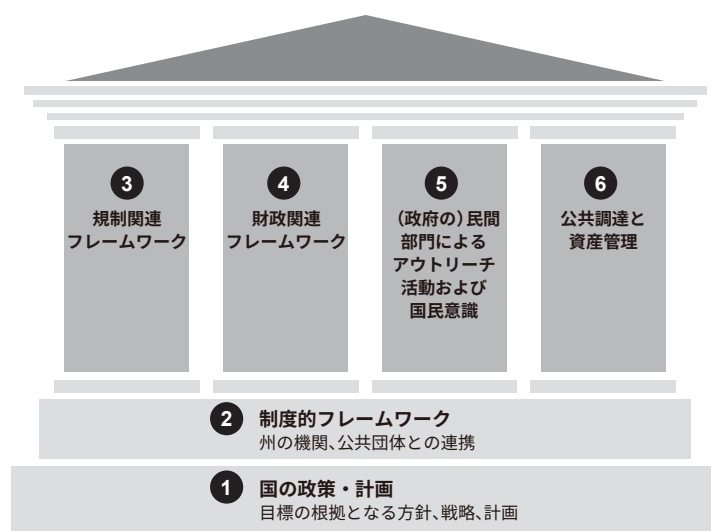
循環型経済に向けた支援基金や、バイオ燃料を対象とした助成金政策などは、ポジティブなインセンティブを生み出し続ける恒常的な手法であり、また既存のビジネス慣習を変えるポテンシャルを持っている例である。

¹² Groothuis (2014), New era. New plan. Fiscal reforms for an inclusive, circular economy. Case study the Netherlands.

¹³ EU ETSがCO₂の価格を適切な水準に設定しているかどうかは議論の対象となるが、原則として、この制度は欧州企業のCO₂排出量を大幅に削減する可能性がある。

¹⁴ OECD (2001), Extended Producer Responsibility - A Guidance Manual for Governments.

図表9 政府が循環型経済フレームワークを構築するための柱



出典：PwC

さらに政府は、一定の活動に対する規制を通じた環境保護を行うことも可能だ。例えば、多くの国では埋め立て地への廃棄物の投棄を禁止する法律が制定されている。最新の事例として挙げられる単一用途プラスチックに関する新しいEU指令は、欧州の海岸やその海域で頻繁にみられる10種類の単一用途プラスチック製品を対象とした規制を行っており、場合によっては禁止もしている。同様に、ケニアとルワンダの政府は、ビニール袋の使用を禁止している。

すなわち、各国内もしくは国際的な法律は、自然の生態系を使い尽くすのではなく、むしろそこに寄与するような経済活動を奨励することで環境を保護し、また循環型経済への移行を加速させる力を持っているのである。

変化を促すためには、こうした政府の主導がまず必要であるが、それだけではなく、「環境は保護すべきである」という意見の高まりも人々や企業が行動を起こす理由となっていくと考えられる。こうした中で、循環型経済は「新しい常識」となるであろう。

中古品・素材市場の創造

循環型経済モデルが機能するためには、中古品や中古素材の市場が存在する必要がある。しかし現在のところ、全ての中古品が価格競争力を持っているわけではない点が課題として挙げられる。未使用原材料の価格が非常に低く、また再生原材料市場の規模も非常に小さいものである。

回収・再生方法の細分化と、原材料価格の不安定さが相まっていることで中古市場の創出を妨げられている。例えば、全世界のプラスチックのリサイクル率は、現在のところ14～18%である¹⁵。昨今の原油価格が低く推移している中で、日常的に使用されているプラスチック製品の多くは、回収したプラスチックから再生するよりも、石油から生産してしまう方がはるかに安価である。

通常であれば、原材料が規模の経済に達するのに十分な量に達することで、こうした低需要と低供給という悪循環を打破することができている。欧州では、ガラス¹⁶と紙¹⁷の70%以上がリサイクルされており、銅の需要の約半分はリサイクルされた材料で賄われている¹⁸。

近い将来、特にエレクトロニクス、電気機器、ファッションや繊維業界において、市場原理による同様の進展が予想される。実際、中古衣料市場は過去3年間で衣料品小売市場の21倍のペースで成長しており¹⁹、2028年にはファストファッション市場よりも大きくなると予想されている。

市場の創出は、既存のビジネスに対して根本的な変化が必要であるように捉えられやすいが、起業家は原材料調達や製品デザインの慣行を刷新し、廃棄物を原材料へと変換する方法を模索することによって、こうした新しい市場創出に寄与することができる。


15 OECD (2018) Improving Plastics Management: Trends, policy responses, and the role of international co-operation and trade: OECD Environment Policy Paper no. 12 (2019年6月4日閲覧) <https://www.oecd.org/environment/waste/policy-highlights-improving-plastics-management.pdf>

16 The European Container Glass Federation (2015), Press release: Glass recycling hits 73% in the EU: <https://feve.org/wp-content/uploads/2016/04/Press-Release-EU.pdf>

17 Confederation of European Paper Industries (2018), Key Statistics 2017

18 European Copper Institute (2018), Copper Trends and the Circular Economy (2019年4月06日閲覧) : <https://copperalliance.eu/copper-trends-circular-economy/>

19 The Fashion Network (2019), Secondhand apparel market to overtake fast fashion in next 10 years (2019年7月4日閲覧) <https://uk.fashionnetwork.com/news/Secondhand-apparel-market-to-overtake-fast-fashion-in-next-10-years,1081132.html#>. XSXfvuiT12w

An aerial photograph showing a large-scale oil spill cleanup operation. A white ship with blue and yellow markings is positioned in the center, pulling a long orange skimmer boom that stretches across the dark blue water. The water surface is covered with a large, irregular spill of dark oil, which has created a rainbow-like sheen. The background shows more of the spill and the surrounding ocean.

各国内もしくは国際的な法律は、むしろ
環境保護に寄与する経済活動を奨励す
ることで、循環型経済への移行を加速さ
せる力を持っている。

多くの成功はあった。 しかし、まだ始まったばかりである。

なぜ、まだ循環型経済を必要とするのか。

税、賦課金や補助金は、特定の環境破壊的な活動または製品を制限する規制と相まって、これまで私たちが特定してきた課題に対する効果的な解決策ではあるものの、課題は依然として残っている。大別すると、環境保護を実現する解決策には3つのカテゴリーがある。

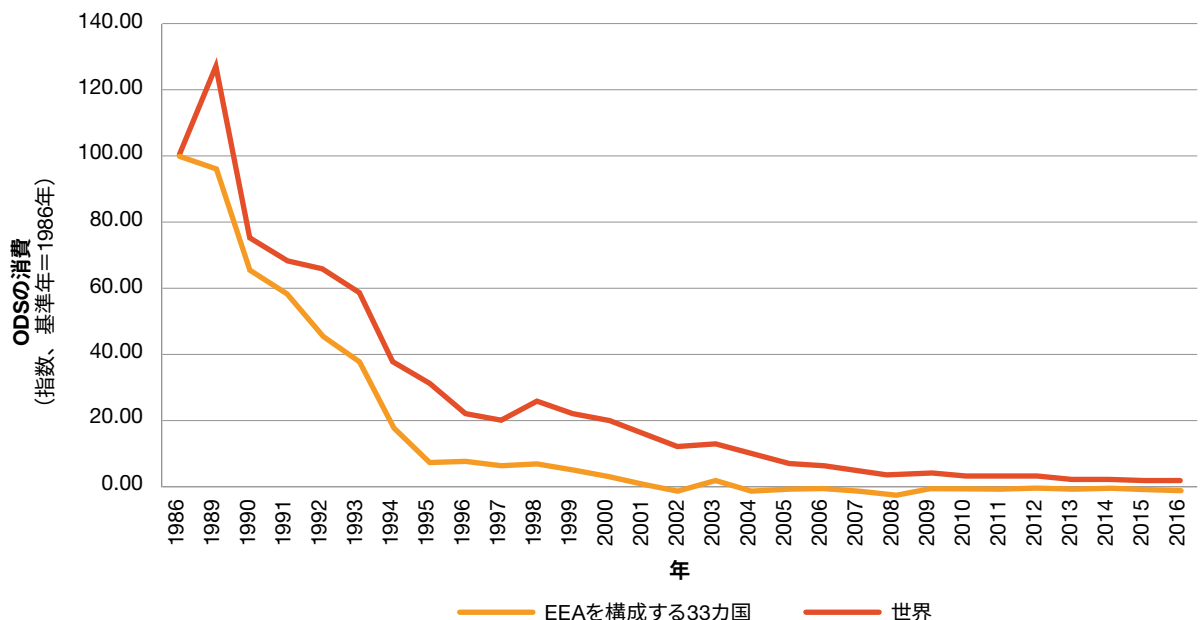
- (1) 特定の活動または特定の製品の**使用停止**、代替品や新しい技術的解決策の発見。
- (2) 技術的な解決策や代替物が存在しない場合、あるいは十分でない場合には、**効率性の向上**が資源利用と経済成長の分離を牽引。
- (3) 使用停止や効率性の向上によっても十分でない場合には、環境破壊を避けるために、全ての循環（原材料から製品、その再利用までの流れ）を完結化し、またそこから全ての負の外部性を排除することで、**完全な循環型経済への移行が必要**。

これまで、環境破壊的な活動の制限や、そうした活動を経済成長から切り離すことで、環境保護をある程度は促進することができた。過去数十年にわたって、複数のイニシアティブは特定の汚染を大幅に削減し、場合によっては排除することに成功している。

1980年代、フロン（CFC）、ハイドロクロロフルオロカーボン（HCFC）、ハロカーボンガスなどの有害物質がオゾン層に与える影響が発見されたことで、モントリオール議定書が制定された。オゾン層破壊物質（ODS）を全廃し、無害な代替物質に置き換えることが必要となった。結果的には、2002年までに欧州ではCFCは完全に廃止され、現在では世界中でもほぼ完全に廃止された（図表10）。

同様に、酸性雨の原因となる二酸化硫黄（SO₂）と窒素酸化物（NOx）の排出も、この問題に関するさまざまな国際協定へのコミットメントに沿って大幅に減少している²⁰。

図表10 モントリオール議定書により、1986年以降、オゾン層破壊物質（ODS）はほぼ全廃



出典：欧州環境庁（EEA）

20 主な例としては、長距離越境大気汚染に関するUNECE条約やEUの硫黄・窒素プロトコルなど

これは、有害な物質の禁止／制限に関する国際的合意が有効であったことを示している。実際に、企業は代替フロンへの生産シフトを進めた。SO₂やNO_xの排出量については、エネルギー集約型産業における効率性の向上、クリーンエネルギーの生産技術、同様に輸送分野におけるクリーン自動車の活用が著しい影響を持っていた。

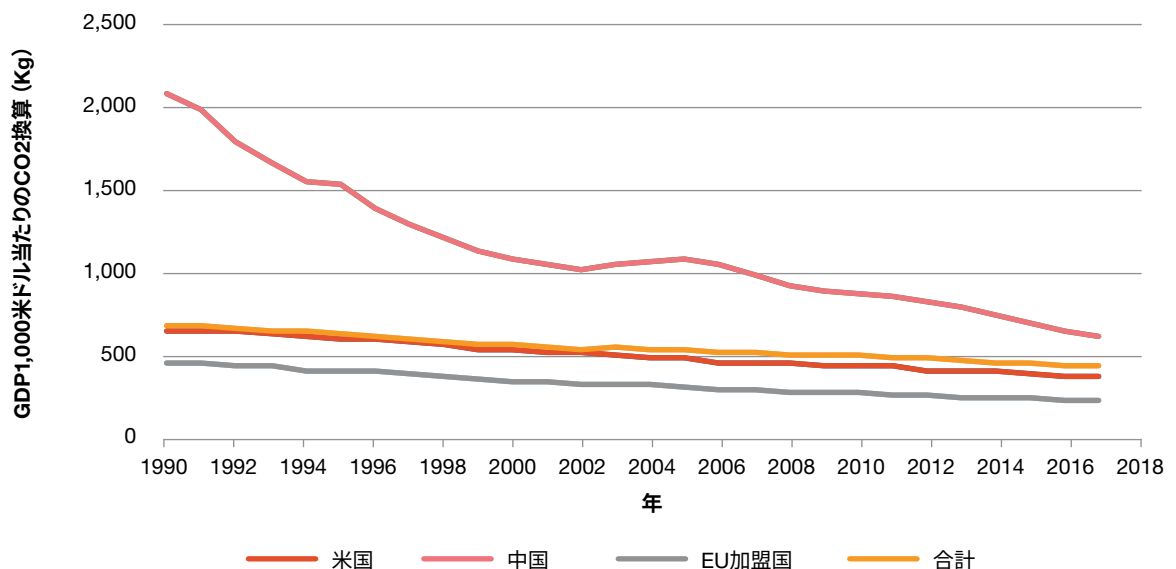
生産技術の効率化に伴い、GDP1米ドル当たりの温室効果ガス排出量は減少している（図表11）。加えて、再生可能原材料のコスト低下はもう一つの重要な要因であり、この低下傾向は続くであろうと予想されている。2020年には、自然エネルギー由来の電力は化石燃料由来の電力よりも一貫して安くなることが予想されており、現在使用されている全ての再生可能エネルギーによる発電は、化石燃料由来の電力と同程度の価格帯に収まるとされている。また、その大部分は化石燃料発電の最低価格帯に位置するとも考えられているのである²¹。

しかしながら、これらの進展は満足なものではないだろう。GDP当たりの温室効果ガスの削減は相対的な尺度に過ぎず、絶対的なCO₂排出量（温室効果ガス排出量²²の代替的な指標）はプラスチック廃棄物発生量（図表6）や他の多くの環境破壊的な活動と同様に、世界的に増加し続けている（図表12）。

過去数十年間の成功は、さらなる進歩とモチベーションを提供するものであり、これ以上の新しい取り組みが不要であると示唆しているものではない。汚染曲線は、脱工業化社会の時代に入り、減少傾向を示したかもしれないが、真に再生可能かつ汚染ゼロの社会への到達までには長い道のりが続いている。

循環型経済モデルはその完全な再生性により、究極的にはビジネスの持続的な発展を導くものである。完結的な循環が実現したシステムでは、廃棄物と汚染は発生しないように設計され、そして負の外部性は取り除かれていく。

図表11 温室効果ガス排出量（CO₂換算）の対米ドルGDP比は、過去数十年間で減少

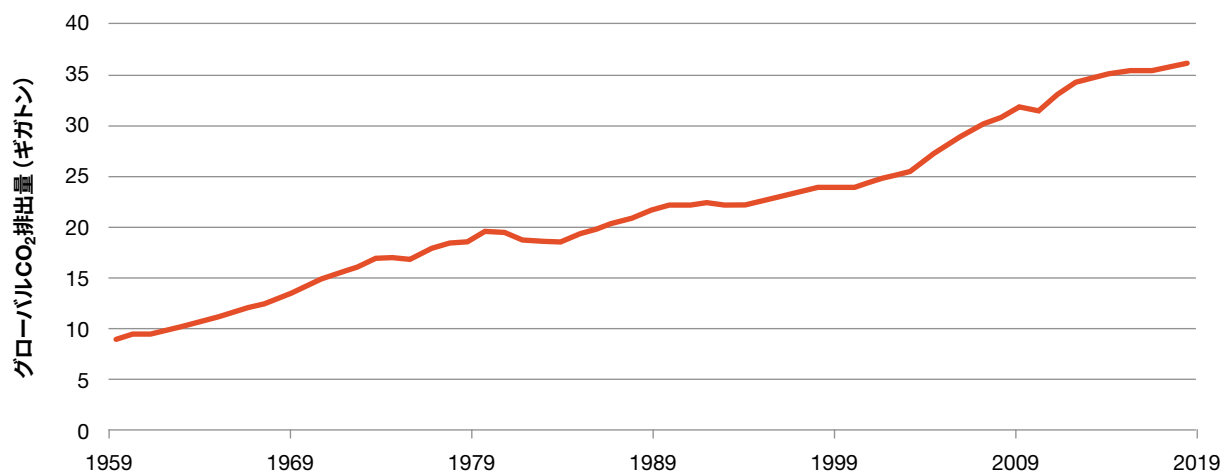


出典：PBL Netherlands Environmental Assessment Agency
(注) GDPは、購買力平価（PPP = 2011年価格）

²¹ IRENA（2017年）、再生可能エネルギー発電コスト（2017年）で計測。

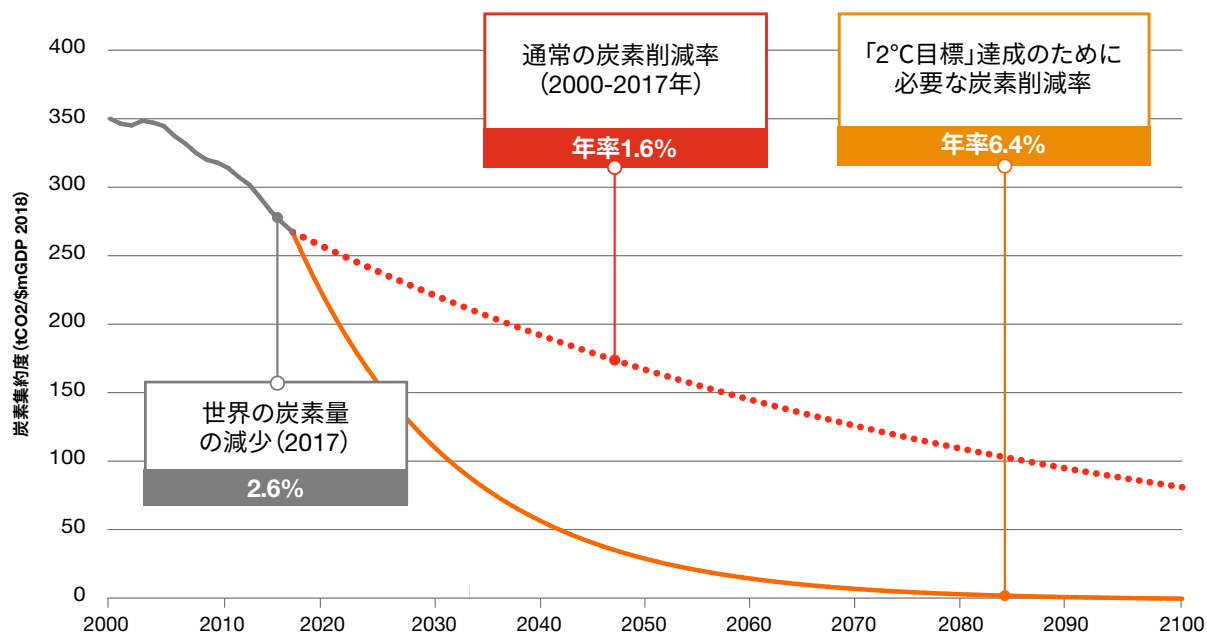
²² CO₂は、温室効果ガス排出量の過去のデータが不足しているため、温室効果ガス排出量の代理指標として用いられている。CO₂が温室効果ガス排出量の大半を占めている。

図表12 世界のCO₂排出量は依然として増加



出典：The Global Carbon Project

図表13 気温上昇を2°C未満に抑える「2°C目標」を達成するためには、脱炭素化を加速する必要がある
(PwC's Low Carbon Economy Index 2018から転記)



出典：BP, Energy Information Agency, World Bank, IMF, UNFCCC, National Government Agencies, PwC data and analysis.
(注) GDPは購買力平価 (PPP) ベース。



循環型経済システムにおいては、価格は（これまでのシステムでは認識されていなかった）負の外部性が反映されたコストが織り込まれたものになる。このため企業は、天然資源を枯渇させる、または気候変動を深刻化させる負の副作用を引き起こさない生産方法を選択しながらも、適切な価格を設定することができる。

従って、循環型経済への移行とは、廃棄物削減やリサイクル促進といった環境保護活動以上の意味合いを持っている。これは、国際的な規模で現在の経済システムの再形成を行うために必要なパラダイムシフトなのである。

気候変動緩和方針としての循環型経済

最新の国連環境計画（UNEP：United Nations Environment Programme）のエミッション・ギャップ評価において、2°C目標の達成には、世界全体の気候緩和の当初の目標水準を約3倍に引き上げる必要があり、さらに1.5°C目標を達成するためには、約5倍に引き上げる必要があることが示されている²³。

2015年のパリ協定で合意された国別拠出金は、十分なものではない。温室効果ガス排出量の50%以上が原料、燃料、食品²⁴の採取・加工に関連していることを考えると、循環型経済に移行することこそが、このギャップを埋める唯一の方法になり得る。

²³ UNEP (2018), Emissions Gap Report 2018: <https://www.unenvironment.org/resources/emissions-gap-report-2018> 04/06/2019閲覧。

²⁴ UNEP (2019), Global Resources Outlook 2019: https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/27518/GRO_2019_SPM_EN.pdf?sequence=1&isAllowed=y 20/06/2019閲覧。



第2部

ビジネスの 観点から

企業が循環型経済を進める理由

循環型経済ビジネスモデルの利点

企業が自社のビジネスモデルに循環型経済を組み込むことを選択する理由は多くある。このコンセプトに対する考察が進んでいくにつれて、循環型経済モデルの利点はより確かなものになっている。しかしながら、循環型経済の利点に関する議論では、まず循環型経済の先駆者的な企業による取り組みの詳細を明らかにすることが重要だ。循環型経済への移行によって利益を生み出すことが明らかとなり、それによって他の企業も変革に対して前向きになることが必要不可欠である。

外的ショックに対する耐性の強化

本報告書の前半部分では、リニア・モデルによって引き起こされる2つの主要な問題、すなわち**環境悪化の加速と資源不足**に焦点を当てた。これらは、企業のサプライチェーンに広範な影響を及ぼしている。

資源不足とは、原材料価格の変動、原材料入手の不確実性を意味しており、さらなる価格高騰を招く可能性がある。すなわち、このままリニア・モデルを維持することは、企業にとって明らかな課題となるのである。なぜならば、企業は資源の安定供給に依存しており、さらにその資源価格が安定しているという前提にも依存しているからだ。

よって、資源価格が不安定になることは循環型経済への移行の原動力の一つである。価格が不安定であることにより供給の質と確実性を低下させ、その両方が最終利益に影響を与えている。循環型経済の仕組みは、この状況に対する代替案を提供しているのである。

例えば、ダノンが酪農製品のパッケージに石油ベースのプラスチックよりもバイオベースのプラスチックを好む理由の一つは、資源不足である²⁵。また資源供給リスクにおいては、アップルのようにリサイクルされたアルミニウム、銅、錫、タングステンなどを製品に使用するだけで、(彼らにとっても野心的な目標である) 鉱山資源依存からの解消を行う²⁶。こうした例は、循環型経済のアプローチを採用することで、企業のサプライチェーンがより強固なものとなり、同時にコストが削減できる可能性を示している。

気候変動は、リニア・モデルによって引き起こされる別の副作用である。原材料やエネルギーの調達に対して、いくつかのリスクを発生させていることになる。自然は常に事業を滞らせる要因になってきたが、将来的には今まで以上に多くの洪水、山火事、暴風雨に私たちは直面するであろうと指摘されている。さらには、そうした自然災害はより深刻なものになることも予想されているのである。ある気候変動リスクが企業価値を平均で2～3%低下させ、公益事業や石油・ガスなどの一部の業界では平均で4～4.5%の低下させる可能性があるため、懸念材料となっている²⁷。

循環型経済企業に転換すれば、地球温暖化を抑え、気候変動を緩和することに貢献し、環境の自己再生力を高めることが可能となる。

ブランドの向上

産業および消費者市場は、**持続可能性**を備えた事業モデルを持つ会社をますます支持することになる。消費者は、より持続可能なブランドを求めており、意思決定においては自然への配慮がより強力な役割を果たしている。

PwCの「Global Consumer Insights Survey」によると、29%の回答者が持続可能性を促進するブランドを購入している。特に、ミレニアル世代は製品が「持続可能性を持ち、環境に配慮したブランドであるかどうか」に基づいて、購入の意思決定を行っていると言われる²⁸。高い目的意識を持つブランドの成長率は、全体の中央値と比較して、過去10年間で2倍以上のブランド評価の増加を示した²⁹。

環境保護的、もしくは持続可能な付加価値を備えた製品を販売するスタート・アップ企業の成功例が増えていることも、このトレンドを裏付けている。2007年に「奴隷労働者を使わない(slave-free)」チョコレートブランドのニッチ・プロバイダーとして設立されたTony's Chocolonelyは、現在、オランダでチョコレート収益で第1位となっている³⁰。

²⁵ Danone (2016) Packaging Policy, Co-build the circular economy of packaging by sourcing sustainable materials and creating a second life for all plastic.

²⁶ Apple (2019), Material Impact Profiles, Which materials to prioritize for a 100 percent recycled and renewable supply chain.

²⁷ Schroeder (2018), How will physical risks of climate change affect companies? <https://www.schroders.com/en/insights/economics/how-will-physical-risks-of-climate-change-affect-companies/>

²⁸ PwC (2019), Global Consumer Insights Survey 2019: It's time for a consumer-centered metric: introducing 'return on experience'.

²⁹ Kantar Consulting (2018), Purpose 2020: Inspiring Purpose-Led Growth.

³⁰ Tony's Chocolonely (2018), Annual Report 2017/2018.



同様に、Alproによる（ヨーグルト、クリームなどを代替した）植物由来のデザートは、現在、欧州の「乳製品」カテゴリにおける市場シェアで最大の成長を示している³¹。もちろん、2000年に行われたユニリーバによるベン&ジェリーズの買収は、持続可能性を備えた製品を販売するベンチャー企業が成熟期に達した後、大企業に買収された有名な例だ³²。

風評被害を避けるためだけに、持続可能性に関する情報を開示する会社もあるが（あたかも環境に配慮しているように見せかけることは「グリーンウォッシング」と呼ばれる）、企業の**透明性**の高まりは、企業自身の開示情報に対する適切な対応を余儀なくしている。メディアが、企業による環境や社会への悪影響に注目するようになったことで、消費者の意識が高まり、抗議活動やボイコット活動が活発化し、一部の企業に対する政府からの圧力も高まった。

例えば2019年はじめにフランスで放送されたテレビ報道によれば、アマゾンの従業員が、ほぼ新品状態であった売れ残りや返品商品を破棄したことが放送され、フランス政府による行政指導や、消費者によるボイコットが行われた。

産業用品市場において事業展開する企業にとっても、環境に対する社会的責任を明らかにする圧力は、ますます**サプライチェーンの統合化**を通じて生み出されている。すなわち、現代では自社のビジネスモデルが他社と深く相互連携している場合が多く、独立した行動をすることができない（他社の環境保護的な傾向に反する行動はできない）ものとして、多くの企業が理解している。

そのため、企業は持続可能性への期待や目標をそれぞれのサプライヤーへと提示し、またそのサプライヤーと取引するサプライヤーへと、持続可能性目標が伝播していく。ビジネスにおける企業間の相互連携では、持続可能性の有無がより重要なものになってきているだろう。この持続可能性に強い焦点を当てることで、B to B企業は、（環境保護を重視し、消費者に選ばれやすいバリューチェーンに入り込むができるようになるため）より幅広く、潜在的な顧客に到達することができると考えられる。

³¹ De Tijd (2019), Groeimelk, article on 20 February 2019: <https://www.tijd.be/dossier/rekenmeester/groeimelk/10099633.html> (2019年7月1日閲覧)

³² Unilever, Onze merken: <https://www.unilever.nl/merken/food-and-drink/ben-en-jerrys.html>, (2019年7月1日閲覧)

規制圧力に対する事前対応

資源不足と環境悪化により、生産者と消費者に対し、資源消費を減らすために、より厳しい環境基準が課せられるようになった。国際的な合意として、公共財とは清潔かつ生存可能な環境であると定義され、その保護に向けた規制実施が準備されていることが示されている（17ページ参照）。

循環型経済の原則を採用することにより、企業は新たな規制措置に巻き込まれないようにすることができ、その労力を別の機会へと活用できる。

デジタル化

このレポートのイントロダクションでは、最初の産業革命が廃棄物という概念をどのようにして導入してきたかについて述べてきた。それに対して、昨今のデジタル化による技術発展は、新たな事業モデルの創出が予想される第四次産業革命を引き起こそうとしている。この技術発展は、廃棄物を完全に無くす可能性を秘めており、循環型経済実現への役割も果たしている。技術的な進歩が私たちの生産を新たな段階へと押し上げることを通じ、デジタル化は福祉向上、持続可能性の向上を促進する。

PwCは、今後3～5年で産業界全体のビジネスに最も大きな影響を与える8つの技術を特定した³³（図表14）。これらの技術は、企業が循環型経済への移行を促進する上で、いくつかの接点を持つ（技術間の相互作用性がある）。それぞれの技術は、図表15に示されている循環型経済戦略の一つ以上に働きかけることが可能だ。

図表14 PwCによる、今後不可欠となる8つの技術の概要








出典：PwC

 人工知能 (AI) 技術：人間の思考プロセスや感覚を模倣する複雑な意思決定を自動化するアルゴリズム 利点：学習、理解、理由、計画、行動が可能	 IoT (Internet of Things) 技術：センサー、他製品へのコンピュータの組み込み、スマートデバイス 利点：収集や分析を目的として、クラウドシステムを経由し、実世界に関するデータを取得することが可能	 付加製造／3Dプリント 技術：デジタルモデルに基づいて三次元オブジェクトを作成 利点：さまざまな材料、例えば、木、ガラス、生細胞もバイオプリンティングとして使用することができ、廃棄物を最小限にすることが可能	 ロボティクス 技術：人間の活動を自動化、増強または支援するために使用される感知、統制、および知能を向上 利点：効率性・生産性の向上
 ブロックチェーン 技術：信頼性・匿名性のある取引を記録・確認するためのアルゴリズム 利点：トレーサビリティ、透明性、効率性、セキュリティ強化	 ドローン 技術：小型の無人航空機 利点：能力・サイズ・機能のバリエーションに富んでおり、高い汎用性を持つ	 バーチャルリアリティ (VR) 技術：コンピュータにより生成された、疑似的な“没入感”を経験 利点：実存する製品を生産することなく、仮想的な経験の提供が可能に	 拡張現実 (AR) 技術：コンピュータで生成されたオーバーレイを実世界で体験 利点：実世界とコンピュータ世界の混在を実現

33 PwC (2019), The Essential 8: 現代ビジネスに革命をもたらす新技術の指針:
<https://www.pwc.com/gx/en/issues/technology/essential-eight-technologies.html>

図表15 不可欠な8つの技術は、10個の循環型戦略の実行を助けることが可能

出典：PwCによる分析

循環型経済実現への取り組み								
再生可能 原材料の 優先的な使用	① 循環型調達	✓			✓			
	② 持続可能なデザイン	✓		✓			✓	
	③ 資源効率化	✓		✓	✓	✓		
製品使用の 最大化	④ サービスとしての製品		✓					
	⑤ シェア／仮想化		✓				✓	✓
	⑥ 用途最大化／メンテナンス		✓	✓		✓	✓	✓
	⑦ 再利用／再分配	✓						
残渣物・ 廃棄物の回収	⑧ 改装／再製造	✓	✓	✓	✓			
	⑨ 製造過程におけるリサイクル				✓			
	⑩ 消費過程におけるリサイクル	✓	✓	✓	✓			



1) 人工知能（AI）は、第4次産業革命で広く普及した技術であり、おそらく循環型経済を支える最大の可能性を持つ。第一に、AIは生産性を向上させることができ、これは循環型経済に不可欠な部分となる。AIはまた、エネルギーや水などの資源利用を最適化することでシステムの効率化に役立つ。

AIは学習と理解にかかる時間を短縮し、科学的発見をより迅速に行うこともできる。これにより、気候変動の緩和のような分野における新しい解決策の発見や、循環型経済への移行を支援する技術の開発に適用することができる。

製品のライフサイクルの最終段階では、AIとロボットの相互作用により、製品や部品を再使用できるようになる。例えば、アップルのロボットであるダイジーは、古いiPhoneを分解し、原材料を抽出している。古いバッテリーから取り出したコバルトの99%以上は、新しいバッテリーを作るために再利用することが可能である。



2) IoT（Internet of Things）によって、製造業者は生産性を高めるために、パフォーマンスを制御および分析し、データを収集することができる。また、製品改修のサポートや、部品の回収を可能にしている。

IoTはまた、プラットフォームやサービスとして、製品共有を行う基盤を提供することができる。例えば、ルノーはバッテリーなしで電気自動車を販売している。その代わり、ユーザーは電池をリースし、消費量に応じて月額料金を支払うことになる。センサーは、バッテリーの状況をメーカーに送信し、自動車に使用できなくなった場合は、廃棄物として捨てるのではなく、再生可能エネルギーを貯蔵するために使用される。



3) 付加製造／3Dプリントは、必要なリソース量を最小限に抑えながら、製品の（持続可能な）デザインと寿命の両方を向上させるのに役立つ。

例えば、Feetzは、水を使用することなく生産される3Dプリントシューズを提供しており、その原材料は再生可能なものから作られている。顧客が靴を必要としなくなれば、靴をFeetzへと送り返し、この靴に使われていた材料を再利用し、新しい3Dプリントシューズが作成される。部品にも、3Dプリントを使用することで、製品の修理能力が向上し、ライフサイクルはより長くなる。また、3Dプリント部品のメンテナンスは設計プロセスに組み込むことができ、製品設計の効率化も可能となっている。



4) ロボティクスの進歩により、製造業者はアプリケーションでロボットの操作が可能になり、無駄なヒューマンエラーを排除することができる。ロボット技術を製造工程に応用することで、利益率を向上（固定費の削減）させ、作業過程における無駄を減らすと同時に、製品の質や寿命を延ばすことが可能に。



5) ブロックチェーンは、情報の非対称性に関連する市場の失敗の克服に寄与する。製品とその原材料に対する透明性は、製品をリサイクルするためのポイントであるが、バリューチェーンの利害関係者は、自らの競争優位性を守るために詳細を開示しないかもしれない。

この課題を克服するため、新興の循環経済型企業はブロックチェーンベースのプラットフォームを開発し、全ての利害関係者（製品製造業者、エンドユーザー、リサイクル業者）が機密情報を共有することなく、製品に関するコミュニケーションを取ることができるようになる。利害関係者は、この「スマートな質問手段」を通じて、製品や材料について質問し、信頼できる回答を得ることができるのである。ブロックチェーン技術は、バリューチェーン内の全ての利害関係者に素材の透明性を求め、分別とリサイクルのプロセスを強化することになる。



6) ドローンを使って小さなパッケージを配送することで、通常のトラック配送と比較して炭素排出量を削減することが可能。また、農業およびインフラの管理をサポートすることができる。



7-8) 拡張現実（AR）とバーチャルリアリティ（VR）の両方が、製品をより長く使用できるようにする修理対応に役立つ。ARの場合、技術的専門知識を有する者が遠隔地で技術を持たない者を指導し、アクセスが困難な場所で車両または機械のスペアパーツを修理および／または交換できるようになる。

さらに、ARとVRの両方によって提供される疑似経験は、直接経験しなければ把握しにくい問題や状況をより深く理解することを可能にする。これによって、さまざまな時間を短縮することができる³⁴。

新しい技術は常に出現し、進化している。今後数年間で、これらの技術は、企業が循環型経済を採用することを可能にするであろう。

34 PwC (2019), SDG Dome brings Sustainable Development Goals closer to home: <https://www.pwc.nl/en/insights-andpublications/themes/sustainability/sdg-dome-brings-sustainable-development-goals-closer-to-home.html> (2019年7月3日閲覧)



過去数十年間の成功は、さらなる進歩とモチベーションを生み出すものであり、今後の努力は不要であるという言い訳にはならない。脱工業化社会の時代において、汚染曲線は減少傾向を示したかもしれないが、真に再生可能で公害のない社会に到達するには長い道のりがある。

循環型経済の原則と方針

循環型経済戦略の10個の事例

以下のマトリクスは、本報告書のイントロダクションで述べられている10個の循環型経済のそれぞれの方針や定義を示したものである（8ページ、図表2参照）。

PwCは、これらの原則と、それぞれに対応するケースを特定しており、一つの企業内においても、複数の方針や定義を事業に適用していることが多いと明らかになっている。

図表16 循環型戦略の定義

出典：PwC

循環型経済実現への取り組み		定義
再生可能 原材料の 優先的な使用	① 循環型調達	有限の資源／材料を、生産工程で再生可能、バイオベース、またはリサイクルされた原材料へ置換。
	② 持続可能なデザイン	製品を設計し、効率的に分解、再利用、修理、リサイクルできる原材料を選択。
	③ 資源効率化	製造工程における原材料・資源の最適利用、廃棄物の最小化。
製品使用の 最大化	④ サービスとしての製品	使用済み製品を再利用することで製品のライフサイクルを向上。
	⑤ シェア／仮想化	自動車、部屋、家庭用電化製品の共有、本、音楽、買い物、などをデジタル化することで耐久財を共有し、寿命を延長。
	⑥ 用途最大化／メンテナンス	製品の性能・効率性向上と長寿命化と維持。
	⑦ 再利用／再分配	中古品・中古品の購入・販売によるライフサイクルの拡大。
残渣物・ 廃棄物の回収	⑧ 改装／再製造	新しい用途の製品や部品をリマニュファクチャリング。
	⑨ 業界の相利共生／製造過程におけるリサイクル	製造時に発生する廃棄物や残渣物は、他の製品の原材料として使用。
	⑩ 消費過程におけるリサイクル	使用済み製品のリサイクル。



Bio-lutions

戦略 ①、②

農業残渣物を原材料とした包装・食器

Bio-lutionsは、農業残渣物から使い捨て食器と包装材を製造する特許を保有。残渣物は、添加物や化学物質を必要としない自己結合性繊維に変換され、それらを成形・プレスしてテーブルウェアや包装材を製造する。製品は堆肥として自然に戻すことだけでなく、リサイクルをすることも可能になっている。

繊維生産の製造プロセスの再設計、および原材料を収穫する際に発生する残渣物を自社の原材料とするために、リグノセルロース系天然繊維エンジニアリングに注力している企業と提携。

また、小規模農家から原材料を集めるNGO「VIKA SANA」とも提携済み。さらに、Delivery HeroやDEG (Deutsche Investitions- und Entwicklungsgesellschaft) などの投資家から、2019年に830万ユーロを調達³⁵。

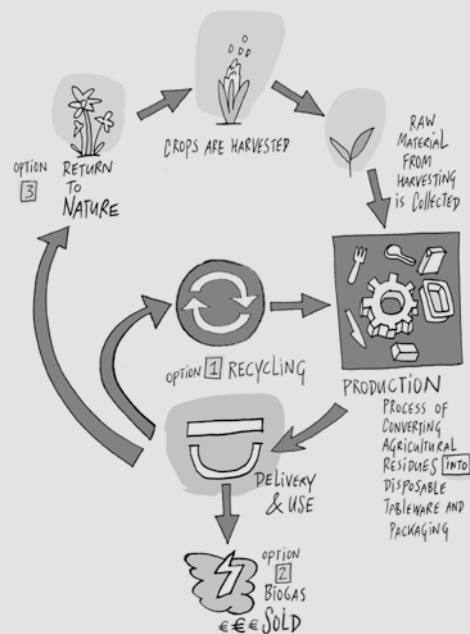
成功要因

- ・R&Dパートナーシップ：
専門知識やリソースの共有
- ・コスト効率：
技術をできるだけコンパクトに保ち、さらに原材料を現地調達することで輸送を不要に。

優位性

- ・農業残渣物から価格競争力のある資材を確保。
- ・豊富なサプライチェーンの確保。
- ・特許を受けた製造プロセス。

図表17 循環製造工程



出典：Bio-lutions

Illustrations on pages 34-43: Norbert Vermeer/ De Congres Tekenaar.

³⁵ Bio-lutions (2019) <https://www.bio-lutions.com/about-us/>, (2019年6月27日閲覧)



アディダス／Futurecraft.loop

戦略 ①、②、⑩

100%リサイクル可能な材料の使用

アディダスのフューチャークラフトループ・プロジェクトでは、100%リサイクル可能なランニング・シューズを開発。リサイクルを念頭に設計された単一素材であり、接着剤が使用されていない。シューズが廃棄されると、材料は洗浄された後にペレットとなり、溶融せずに新しいシューズの製造に使用できる。これは、従来の素材と接着剤の複雑な混合を伴うシューズデザインとは対照的なもの。

アディダスは、リサイクルの専門家や材料開発者と協力してシューズを制作。フューチャークラフトループ・シューズの第1世代がパイロット製品として展開済み。

2021年前半には、より広範なリリースを計画。フューチャークラフトループ・シューズでは、2024年までに全ての製品に再生ポリエステルのみを使用することを目指す幅広い戦略の第一歩となっている。

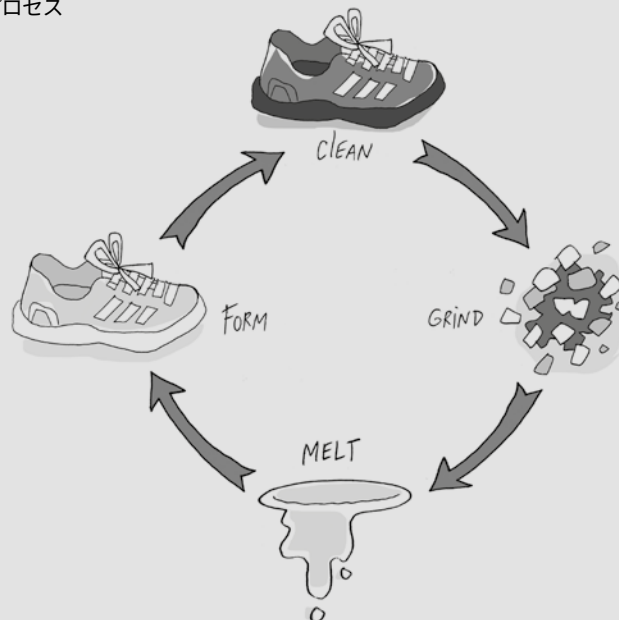
成功要因

- ・研究と検証：
リサイクルの専門家との業界横断的な協力を通じて、技術的課題を克服。
- ・ステップ・バイ・ステップ・アプローチ：
より広範な展開の前にパイロット展開およびテスト。

優位性

- ・自社を目的主導型企業と位置づけ、新たな収入源を生み出すことができる顧客グループを獲得。
- ・他のアディダス・フューチャークラフト製品に導入するだけでなく、プラスチック製の海洋廃棄物から作られたシューズも開発し、ブランドのポジショニングに貢献³⁶。

図表18 FutureCraft.loopのプロセス



出典：アディダス

36 Forbes (2018), The Power Of Purpose: How Adidas Will Make \$1 Billion Helping Solve The Problem Of Ocean Plastic:<https://www.forbes.com/sites/afdelaziz/2018/10/29/the-power-of-purpose-how-adidas-will-make-1-billion-helping-solve-the-problem-of-ocean-plastic/#57e00acfd215>. (2019年6月27日閲覧)



ゼネラル・エレクトリック

戦略 ②、③

3Dプリントによる資源効率化

ゼネラル・エレクトリック（GE）は付加製造（いわゆる3Dプリンター技術）のパイオニアの一つ。少ない資源を使って一層ずつ印刷することで、必要な分だけ生産することが可能。

すでに高度な製造機械を所有しており、宇宙船、自動車、医療、歯科などの幅広い企業に対するニーズを満たすことが可能。

製造業における効率性向上への需要により、付加製造業界が現在の70億米ドルから10年間で800億米ドルにまで拡大すると、GEとして期待を寄せている。

例えば、ボーイングは3Dプリンターを使用して787のパーツを印刷することで、200万～300万米ドルの費

用の削減を見込む。

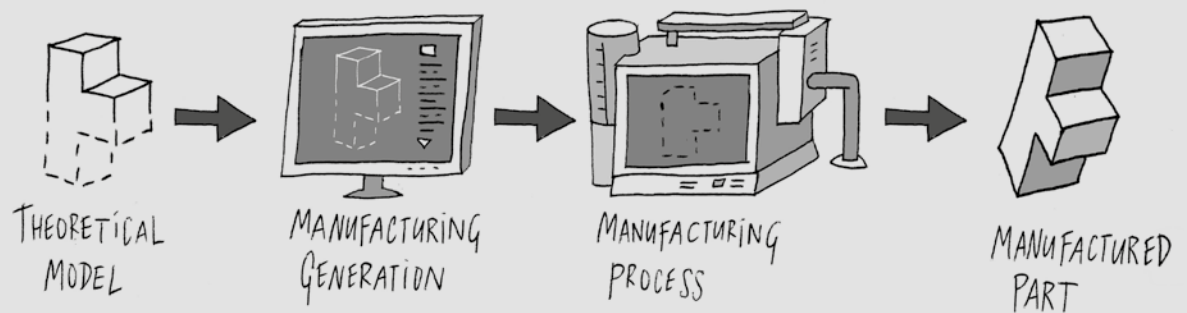
成功要因

- ・先行者優位：
すでに獲得している高い地位、先駆けて取り組んでいることによるパイオニアとしての利益享受。
- ・買収：
モリス・テクノロジーやコンセプト・レーザーなどのスタートアップ企業の買収によって、最先端技術を獲得。
- ・R&Dへの投資：
オハイオ州に90以上の3Dプリンター、デザイナー、技術者、エンジニアを擁するテクノロジーセンターを所有。

優位性

- ・資源およびエネルギーコストの削減による、製造コストの削減。
- ・他企業に解決法を提供するサービス型のビジネス。
- ・世界最大の3Dプリンターによるサービス企業としてのポジション。

図表19 GEの付加製造モデル



出典：General Electric Additive Manufacturing Machines and Materials

37 GE Reports (2018), The Blade Runners: This Factory Is 3D Printing Turbine Parts For The World's Largest Jet Engine: <https://www.ge.com/reports/future-manufacturing-take-look-inside-factory-3d-printing-jet-engine-parts/>, (2019年6月27日閲覧)。

38 GE Additive (2019), Aviation and aerospace industry: <https://www.ge.com/additive/additive-manufacturing/industries/aviation-aerospace> (2019年6月27日閲覧)

39 GE Reports (2018), The 3D-Printed Age: Why This Futuristic Ohio Factory Is Proving Mark Twain Wrong: <https://www.ge.com/reports/3d-printed-age-futuristic-ohio-factory-proving-mark-twain-wrong/> (2019年6月27日閲覧)



Y:closet

戦略 ④、⑥

衣服ではなくファッションを提供

Y:closetは中国のファッション共有プラットフォーム。高級ブランドを含む衣料品やアクセサリーを、さまざまな会員プランでレンタルできる。レンタルされる衣服はユーザーがオンラインで選択し、出荷される。着用された後は返却され、Y:closetがクリーニングを行う。

こうした企業にとっては、レンタル可能な回数が増えるほど、利益の増加につながるため、レンタル利用への移行には、より高性能な製品開発や製品使用期間の延長にもなる。

Y:Closetは、最新スタイルの導入や、同じものを二度着たくないことを望む中国の消費者行動の変化に対応し、1,500万人を超える登録ユーザーを有す⁴⁰。投資家は、この消費者行動の変化をますます認識しており、例えばアリババはY:closetに投資を行っている。

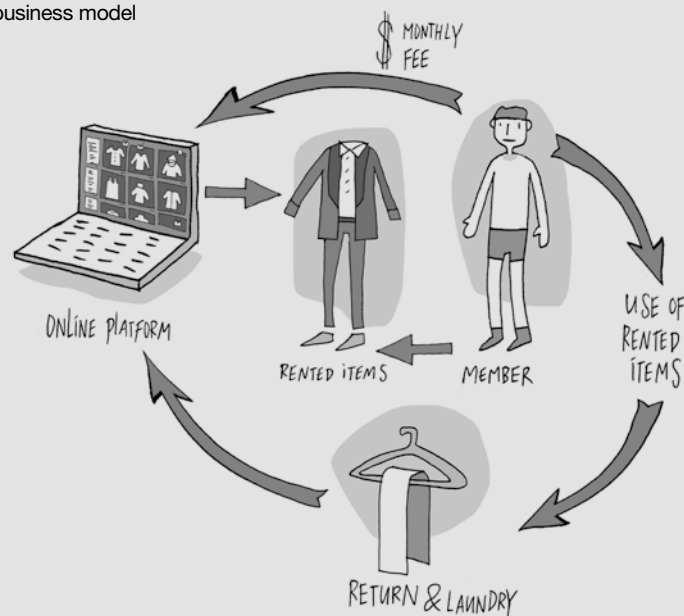
成功要因

- ・戦略的パートナーシップ：
ラグジュアリーブランド、業務用クリーニングサービス、および2つのアリババイーコマースプラットフォームとの連携。

優位性

- ・「サービスとしての製品 (PAAS、Product as a Service)」で持続可能性を持つファッションのパイオニア。

図表20 Y:closet's business model



出典：Y:Closet

⁴⁰ China Daily (2018), Alibaba、服飾共有プラットフォームY:closetへ投資
<http://www.chinadaily.com.cn/a/201809/18/WS5ba06197a31033b4f4656a27.html>, 2019年7月23日閲覧



BlaBlaCar

戦略⑤

移動、コストのシェアリング

BlaBlaCarは、ユーザー同士の自動車の相乗りを募集する、世界最大のオンライン・プラットフォームの一つ。旅行向け検索エンジンとソーシャルネットワークを組み合わせたもので、シェアを行いたいドライバーは、移動手段を探している乗客と容易にコミュニケーションができる。

近年、BlaBlaCarはAxaと提携し、ユーザーに保険の選択肢を提供、またOpelと長期レンタルを提供する契約を結んでいる。また、BlaBlaLinesと呼ばれる日次でのカーシェアリングサービスも提供。

BlaBlaCarは2004年にフランスで発表され、現在22カ国以上で事業を展開、7,000万人以上のユーザーを擁している⁴¹。

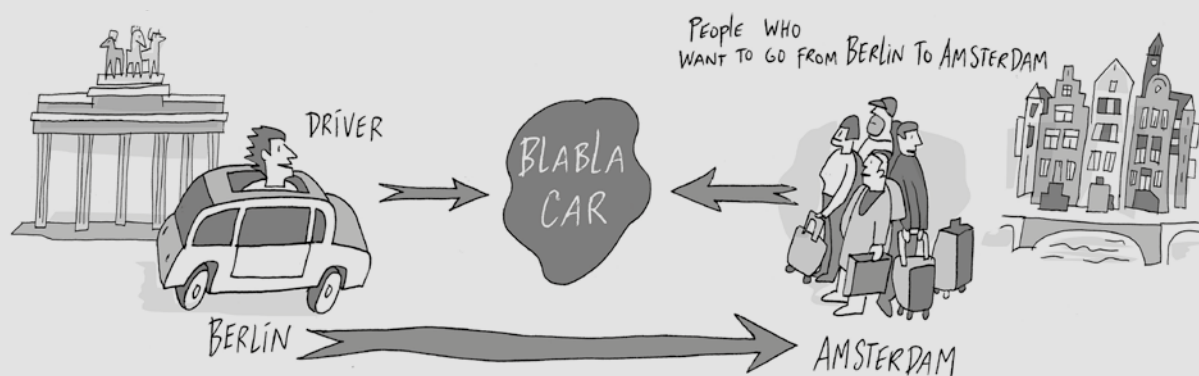
成功要因

- ・ユーザー体験：
一緒に乗りたいドライバーや乗客を見つけるための年齢、音楽の好み、その他の関心事に基づいたプロフィール。

優位性

- ・利用者数の継続的な増加に伴い、売上高も増加している。

図表21 ドライバーと乗客をつなぐプラットフォームを提供⁴²



出典：BlaBlaCar

⁴¹ World Economic Forum (2019), BlaBlaCar: <http://reports.weforum.org/digital-transformation/blablacar-2/> (2019/6/27閲覧)

⁴² BlaBlaCar (2019), Le BIPE Environmental Study 2019: <https://blog.blablacar.com/newsroom/news-list/zeroemptyseats> (2019/6/27, 閲覧)



INFRABEL

戦略⑥ メンテナンスの新時代

Infrabelは、ベルギーの鉄道インフラを担当する国有企業。自動化およびメンテナンス時期の予測システムに多額の投資を行い、大規模なデータ分析をメンテナンスに活用している。企業としての意思決定も、よりデータ主導型になりつつある。メンテナンスの最適化により、年間5万時間以上のコスト節減が可能となり、技術者の拘束時間が短縮⁴³。

線路や線路結合部分を調査する測定列車、オーバーヒートの検出センサー、漏電を検出するメーターなどの、イノベティブなモニター機器を開発してきた。

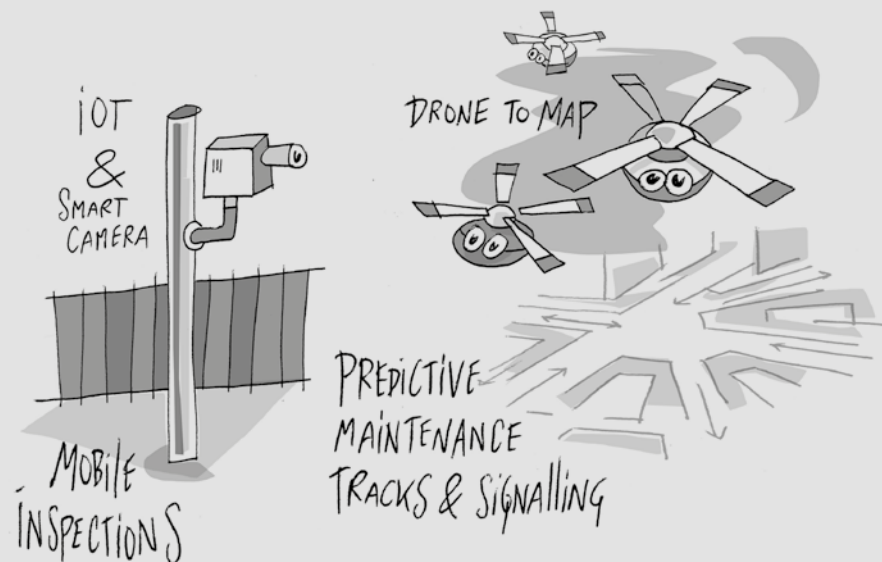
成功要因

- ・デジタル化：
より低コストかつスマート、さらに対象を効率的に絞ったメンテナンスを可能にするデータを収集。
- ・ビッグ・データ：
ビッグ・データとIT適用を活用することで、より安全で信頼性の高い鉄道ネットワークを構築。

優位性

- ・データに基づいた意思決定により、品質を向上、対応速度の向上、メンテナンスコストを減少。

図表22 Infrabel社によるメンテナンスのIoT化



出典：Infrabel

⁴³ Infrabel (2019), Predictive maintenance: <https://www.infrabel.be/en/digital-days/stand-06>, accessed Infrabel (2019/06/71閲覧)



eBay Classifieds Group

戦略⑦

常にアクセス可能なオンライントレード

eBay Classifieds Groupは、P to Pトレーディング・プラットフォームのパイオニア。2004年から2008年にかけて、eBayはdba（デンマーク）、2dehands（ベルギー）、Marktplaats（オランダ）、Gumtree（英国）などの取引プラットフォームを買収し、世界最大のP to Pマーケットプレイスへと成長している。

eBayの項目別売上は2014年の1000万米ドルから2018年には2億6300万米ドルに増加⁴⁴。現在では、eBayはプラットフォームでのよりスムーズな取引を実現するために、AIや機械学習への投資を強化。

成功要因

- ・先駆者としての強み：
早期から買収を展開し、P to Pプラットフォームにおけるパイオニア化。
- ・新たな売上の仕組み化：
P to P取引の創造。

優位性

- ・拡大化する中古品市場のフロント・ランナーであること。

図表23 eBay Classified Groupのプラットフォームは中古品の購買者と売り手をつなぐ



出典：eBay Classified Group

⁴⁴ Statista (2019): eBay's classifieds revenue from 4th quarter 2014 to 1st quarter 2019: <https://www.statista.com/statistics/541159/ebays-quarterly-classifieds-revenue/> (2019年6月27日閲覧)



Encory GmbH

戦略⑧

関連会社内でのバリューチェーン完結化と、アフターサービス需要の創出

Encory GmbHは、BMWとリサイクル会社Albaとの合弁会社。中古自動車部品の加工・販売向けの物流およびコンサルティングサービスを提供。自動車部品のリユース、廃棄に至るまでの全工程を担当。

透明なアフターサービスを確保し、物流網を最適化するためにIT技術を使用。これにより、高価で扱いにくかった製品を効率的に再製造することが可能に。従来廃棄されていた資材は、追加の投入資材を必要とせずに再利用することが可能。

また、1,800人／日のユーザー、26万件／日の取引が行われている回収プラットフォームを所有している。現

在、Encoryのリバース・ロジスティクス・ソリューションは、30カ国で利用されており、2020年までに多くの導入が予定されている⁴⁵。

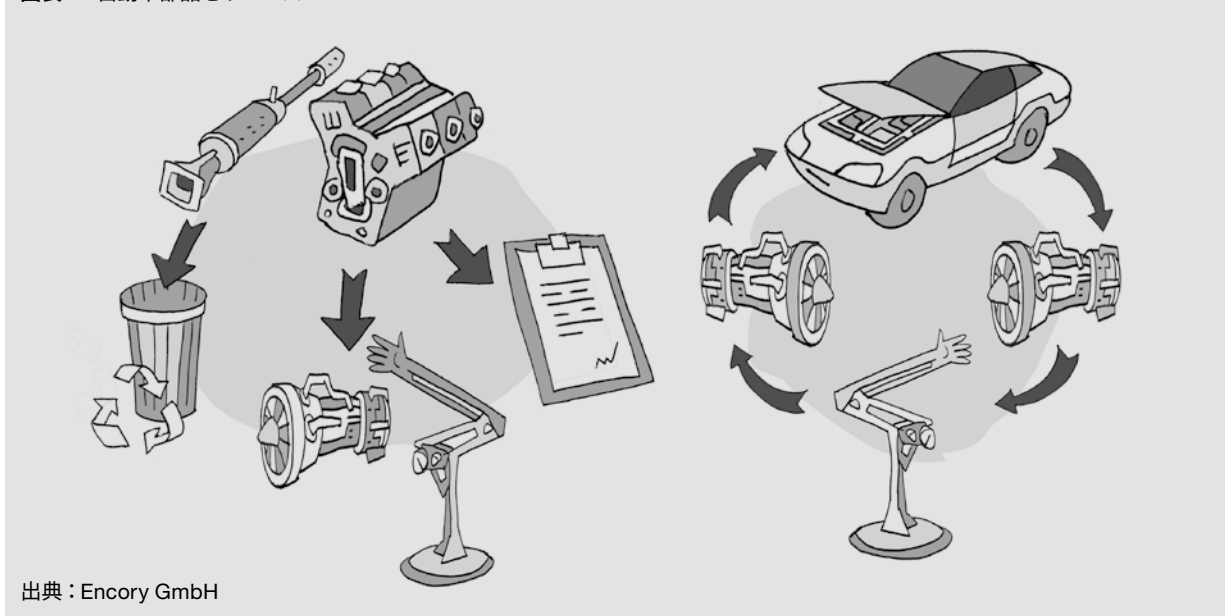
成功要因

- ・知識共有：
BMWとAlbaはそれぞれのネットワークと専門知識をEncoryと共有。
- ・ICTの活用：
ITを活用したソリューションを活用し、リバース・サプライチェーンを可能に。

優位性

- ・原材料の85%、エネルギーコストの55%を再製造することで節約⁴⁶。
- ・一部の取引は、BMWの品質基準に基づいたもの。

図表24 自動車部品をリユース



⁴⁵ Encory (2019), Facts & Figures: <https://encory.com/#a-facts-and-figures>, (2019年6月27日閲覧)

⁴⁶ BMW Group (2019); Circular Economy @BMW Group: <https://www.bmwgroup.com/en/responsibility/sustainable-stories/popup-folder/circular-economy.html>, (2019年6月27日閲覧)



Kalundborg symbiosis

戦略⑨

全ての参加者に価値を創造する産業共生

Kalundborgは、世界初の産業共生（industrial symbiosis）センターを有するデンマークの都市。この都市の企業は、コストとCO₂排出量削減のために廃棄物と残渣物を入れ替える（廃棄するのではなく、再利用する取り組みを行う）ことが要求される。プロジェクトには、Equinorが運営するデンマーク最大の石油精製工場と、Novo Nordisk、Novozymes、およびØrstedなどの製薬会社が含まれている。

異業種連携では、全ての参加者が知識、資料、情報、資産を交換できることも保証している。

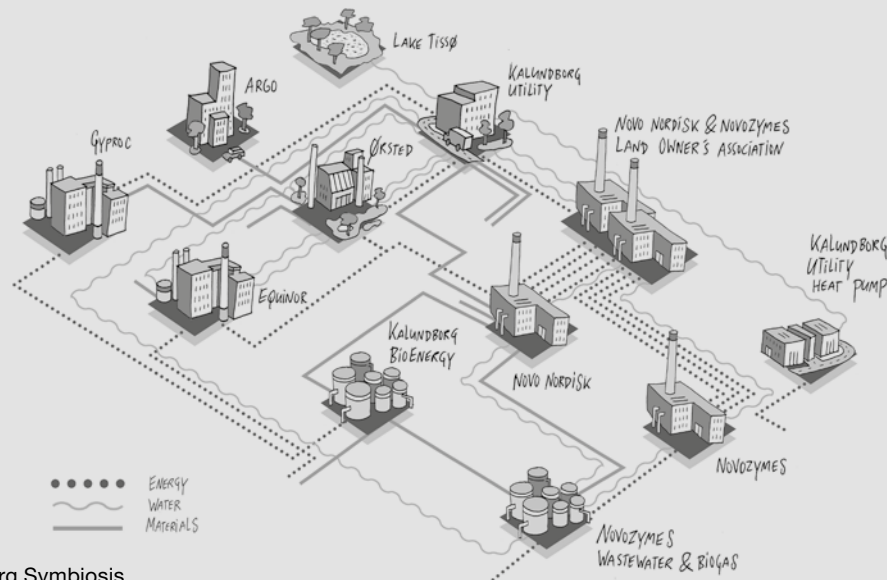
成功要因

- ・オープンコラボレーション：
全ての参加者がプロジェクトから恩恵を受けられるように構築。

優位性

- ・年間7200万～8700万米ドルのコスト削減の見込み⁴⁷。
- ・製品交換による排出削減量は、年間27万トンのCO₂に相当と推定⁴⁸。

図表25 Kalundborgの産業共生プロジェクトの概要



出典：Kalundborg Symbiosis

⁴⁷ Reuters (2015), RPT-Small Danish town sees the big picture with profitable emissions cuts:<https://af.reuters.com/article/africaTech/idAFL8N14735R20151221> (2019年6月27日閲覧)

⁴⁸ Reuters (2015), RPT-Small Danish town sees the big picture with profitable emissions cuts:<https://af.reuters.com/article/africaTech/idAFL8N14735R20151221> (2019年6月27日閲覧)



Werner & Mertz

方針 ①、②、⑩

リサイクル材を使用した、循環型経済的な包装

Werner & Mertzは、洗濯、ケア用品、洗浄剤の製造業者であり、小売りおよび消費者製品関連のリサイクルにおける研究開発の最先端企業に位置づけられている。同社は、プロジェクトパートナーであるDer Grüne Punkt⁴⁹、パッケージメーカーのAlpha、仕分け技術の専門家であるUnisensor、Rewe Group、およびドイツ自然・生物多様性保護連合（NABU）と共同で、リサイクル・イニシアティブを設置。これにより、標準的な家庭廃棄物から収集された再生材料の80%が、FroschブランドのPETパッケージに使用されることが可能に。現在では、分別・加工をより可能にすることを目的として、単一素材から製造される、完全リサイクルが可能なパッケージ開発に焦点を当てており、Alphaと共同で新たな生産拠点を建設する計画を発表した⁵⁰。

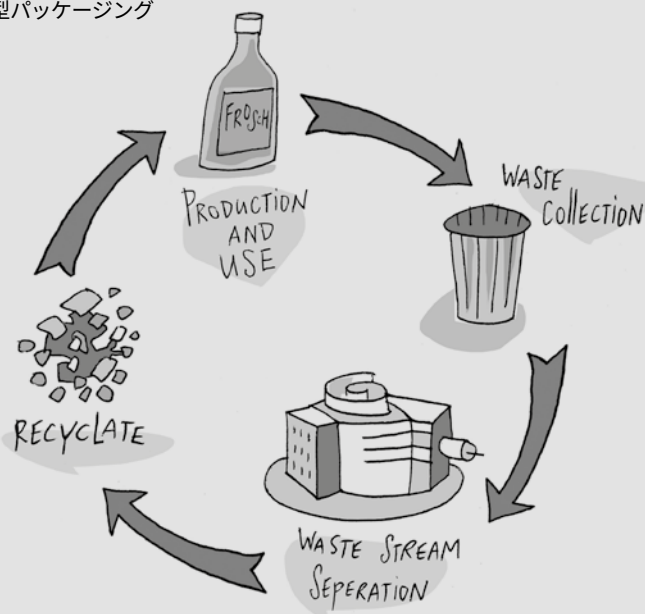
成功要因

- ・ブランド認知：
消費者から環境に優しいと広く評価されており、高い顧客ロイヤルティを創出。
- ・パートナーシップ：
オープン・イノベーション・プロセスにおいて、リサイクル業者やパッケージの専門家と密接に協力。

優位性

- ・新製品投入する場合、廃棄物使用による費用対効果が高い。
- ・製造工程では、3分の2の省エネルギーを実現し、コストと排出量を削減可能。
- ・持続可能な包装材による環境基準の遵守。

図表26 Werner & Mertzによる循環型パッケージング



出典：Werner & Mertz

⁴⁹ Der Grüne Punkt's Duales System Deutschland GmbH (DSD) was set up in the 1990's in order to liberate industrial firms and retailers from their individual take-back and recovery obligations under the German Packaging Ordinance. It established a second (dual) disposal system alongside the public-sector waste disposal service.

⁵⁰ Neue Verpackung (2019), Neues Gebäude von Werner & Mertz – und Alpha zieht mit ein, <https://www.neue-verpackung.de/64349/neues-gebäude-von-werner-mertz-und-alpha-zieht-mit-ein/> (2019年6月27日閲覧)。

課題を受け入れ、目標を設定し、進捗を測定する方法

行動を起こす

多くの企業は、循環型経済の概念を理解しているが、それを自社のビジネスに応用することには苦勞している。これは、従来の方法からの脱却を恐れ、中核的な事業活動に、循環型経済のような長期的な視点の導入は優先されにくいためかもしれない。事業へと完全に統合された循環型経済モデルでは、短期的な利益の範疇を超えた価値創造を行うことが可能である。つまり、このビジネスモデルでは顧客価値、環境価値、社会価値などを考慮した、より広範な価値創造を目的としている。

循環型経済モデルへの転換は、強固な戦略を持つことから始まる。その戦略を実行することで、事業モデルや内部プロセスの変革を行うことができるのである。また、そのような変革に続いて、戦略の有効性を担保するためには、マネジメントおよび報告プロセスが整備されることが必要である（51ページ、図表32参照）。

1 循環型経済戦略策定とは、ビジネスモデルを再考し、企業戦略を刷新することを意味する。あらゆる地域の全ての産業、全ての企業に影響を及ぼす循環型社会に向けた革命であるといえる。

循環型経済戦略では、ビジネスリーダーが長期的な視点を持ち、今日までのビジネスにおいて支配的な考え方であった短期的利益主義と戦うことが求められている。循環型経済モデルは、中長期的なビジョンに基づいた投資を必要とする。そのためには将来を見据えたアプローチが必要となるが、長期的に収益を確保するためには必要な取り組みであるといえる⁵¹。





循環型経済戦略（図表27）を策定するため、PwCではまず、企業にとって循環型経済モデルが何を意味するのかを今一度検討するプロセスから開始する。そして、企業のベースライン・パフォーマンスと循環型経済に移行する準備の有無に基づいて、方向性の策定を支援する。その後、本格的な戦略策定に移り、循環型経済モデルへの移行を可能にするような、企業固有の強みを特定する。最後に、循環型経済モデルへの移行を計画し、変革に着手することまでを支援対象としている。

すでに循環型経済モデルへの転換の第一歩を踏み出しているのであれば、この4つのステップの一部を支援することになる。例えば、循環型経済戦略を評価し、目標達成のための調整支援が可能である。

2 循環型経済モデルを実践することで、例えば経営陣から店舗まで、または調達から生産までというように、垂直方向にも水平方向にも変化が生じる。PwCが経験した数々のプロジェクトから、循環型モデルへの移行を成功させるには、あらゆることを循環経済的な観点から再検討する必要があると考える。そして、そのプロセスは社内だけでなく、顧客、サプライヤー、その他の利害関係者との共同作業を必要とする真の変革プロセスなのである。

図表27 PwCでは、企業が循環型戦略を策定するために以下のステップを用いている。

出典：PwC

 再考	 選択	 実現化	 方針策定／実施
自社事業における循環型経済トレンド <ul style="list-style-type: none">・循環型経済モデルをめぐる技術、規制、顧客の要求はどのように変化しているか・競合他社はどのような取り組みをしているか・自社のビジネスモデルにおける「完全な循環」とはどのように定義されるか	パフォーマンス、目的、戦略、能力 <ul style="list-style-type: none">・過去数年間、業績はどのように推移しているか・循環型モデル移行の目的は何であるか・戦略は将来にどのように適合するか・移行に活用できる重要な強みと、どのような能力開発が必要か	将来を見据えた取り組み <ul style="list-style-type: none">・循環型戦略を実現するため、どのような能力に焦点を当てるか・能力開発には、どのような取り組み／投資が必要か・戦略は事業モデルにどのような影響を与えるか・人と文化は、戦略の方向性にどのように貢献することができるか	サポート体制 <ul style="list-style-type: none">・戦略の財務的影響は何か・実施ロードマップはどのようなものか・戦略が機能するために重要な要素は何か・実行できる当面の行動計画は何か・戦略のために、どのようにして全社的な賛同を得るか
事業を形作る力	戦略的選択と「大きな賭け」	取り組みと事業への影響	ロードマップとアクションプラン

51 Andrew S. Winston (2014), The Big Pivot: Radically Practical Strategies for a Hotter, Scarcer, and More Open World.

循環型経済モデルへ移行する際は、システムや慣習、人々の行動様式が変わる必要がある。また、成果をあげるためには、新たな技術も必要となるであろう。そして、そのような技術活用で最適な成果を保つためには、時間の経過に伴う調整も必要となる。新たな協力体制が構築されることで、新たなサプライチェーンが構築され、これまで協力していなかった企業や組織間でのコラボレーションが促進されることになる。

3 最後に、企業は適切な管理および報告プロセスを通じて、循環型経済モデルに向けたステップをモニタリングする必要がある。そのためには、進捗を測定するための具体的な指標を定義する必要がある（46ページ参照）。PwCによる、これまでの調査とTotal Impact Measurement and Management (TIMM)⁵²の開発の経験を通じて、進捗の測定とマネジメントの関係⁵³に関するエビデンスが得られている。そのため、マネジメントと報告プロセスを確立することが、循環型戦略をさらに洗練させていく上で最も重要である。

方向性の決定と目標の設定

各企業が、循環型経済モデルを事業活動に組み込むことを受け入れる土壌にはばらつきがある。多くの企業では、全社的なアプローチとして取り入れるのではなく、サイロ化された組織ごとに、持続可能性に向けた取り組みを行っている傾向にある。

循環型経済モデルの統合の成熟度には3つのレベルがある（図表28）。それぞれ、次のレベルに移行するためには、明確に定義されたステップと優先すべき内容が示されており、成功している循環型企業は、小さなステップから始まり、ビジネスモデル全体に変革を広げていくケースがみられている⁵⁴。

Novice :

一般的に、Novice企業は広範な戦略に循環型経済モデルを反映させることなく、個別の既存事業に織り込むことで、循環型経済モデルへの取り組みを開始する。

Intermediate :

循環型経済の考え方を持続可能性戦略へと統合し始める。このカテゴリーに属している企業は、温室効果ガスの排出、リサイクル率、埋立処分される廃棄物の排除、生物多様性への影響などの環境負荷に焦点を当てている。生産する製品の廃棄に関するパイロット・プロジェクトから始まるケースが多い。

Circular Champion :

一部のフロント・ランナーは、企業戦略を循環型経済の原則に基づいて再評価している。新商品・新サービスや新たな収益モデルの構築の際には、循環型経済的な価値創造などを行う。これまでの経験から、PwCは、循環型経済モデルの構築にまだ取り組んでいない企業にとって、バリューチェーンと製品ポートフォリオの再分析は、眠っている大きなチャンスを見つけるために重要であると考えている。

さらに、Novice企業は、一つのプロジェクトから始め、それが成功した暁には、取り組みを拡大するという方法に注力すべきであろう。そして、循環型戦略を組み合わせることによって、会社は循環型経済モデルの「輪」を完成させ、既存の製品ライフサイクルで生じていた価値のリークを軽減することが可能となっている。

図表28 循環型モデル企業の段階

	Novice	Intermediate	Circular Champion
循環型戦略の位置づけと事業の焦点	<ul style="list-style-type: none"> 循環型経済性は会社全体の戦略でないものの、現在の事業を中心に循環型経済の導入を検討することができる。 	<ul style="list-style-type: none"> 循環型経済が企業の持続可能性戦略の一部となっている。 温室効果ガス排出量、リサイクル率、生物多様性への影響など、広範な環境への影響に焦点を当てている。 	<ul style="list-style-type: none"> 循環型経済型が企業戦略の一部。 循環型の価値創造、イノベーション、新しい収益源、製品、サービスの創出に注力。

出典：WBCSD

⁵² PwC Impact Explorer: <https://www.pwc.com/gx/en/services/sustainability/total-impact-measurement-management.html>

⁵³ PwC (2015), Implementing integrated reporting.

⁵⁴ WBCSD (2018), Circular Metrics Landscape Analysis.

進捗の測定

企業が自社のビジネスモデルに循環型経済的なアプローチを導入した後は、その成功を測定することも重要である。これまで循環型経済に関するアプローチの効果を測る指標は、業界によって大きく異なるため、指標を一つに特定することは困難であった（図表29）。また既存の指標では、循環型経済を完全に反映したものではないという指摘もある。

一つの指標だけでは循環型経済モデルの数ある側面の全てを捉えることはできないことは明らかであるが、使用原材料、エネルギー、水などについては、主要な指標として測定が行われている。製造業においては、どの程度循環型経済化が進んでいるかについて、しばしば製品のライフサイクルを用いて測定されている。

また一般的に、以下の3つの主要な指標はよく使用されている。

- 1) 業務効率性
資源効率性（エネルギー消費量の削減）や、資源の節約（プラスチック使用量の削減など）に対応する指標。主にオペレーションコストの削減に成果が反映される。

- 2) 持続可能性・パフォーマンス
持続可能性関連の重要な項目（CO₂排出量など）を対象とした指標。多くの場合、Global Reporting Initiative（GRI）やCarbon Disclosure Project（CDP）などの基準が用いられる。

- 3) 価値創造
循環型経済的価値に関する指標。例えばリサイクルされた材料を用いて作られた製品の収益が、（全体の収益に対して）どの程度貢献をしているのかなど。

最初の2つの指標は一般的なものであるが、3つ目に関するKPIを公表する企業は少ない。これは、価値創造に関する指標の妥当性が、業務効率性、持続可能性やパフォーマンスの指標ほど、十分に開発されてきたものではないからである。

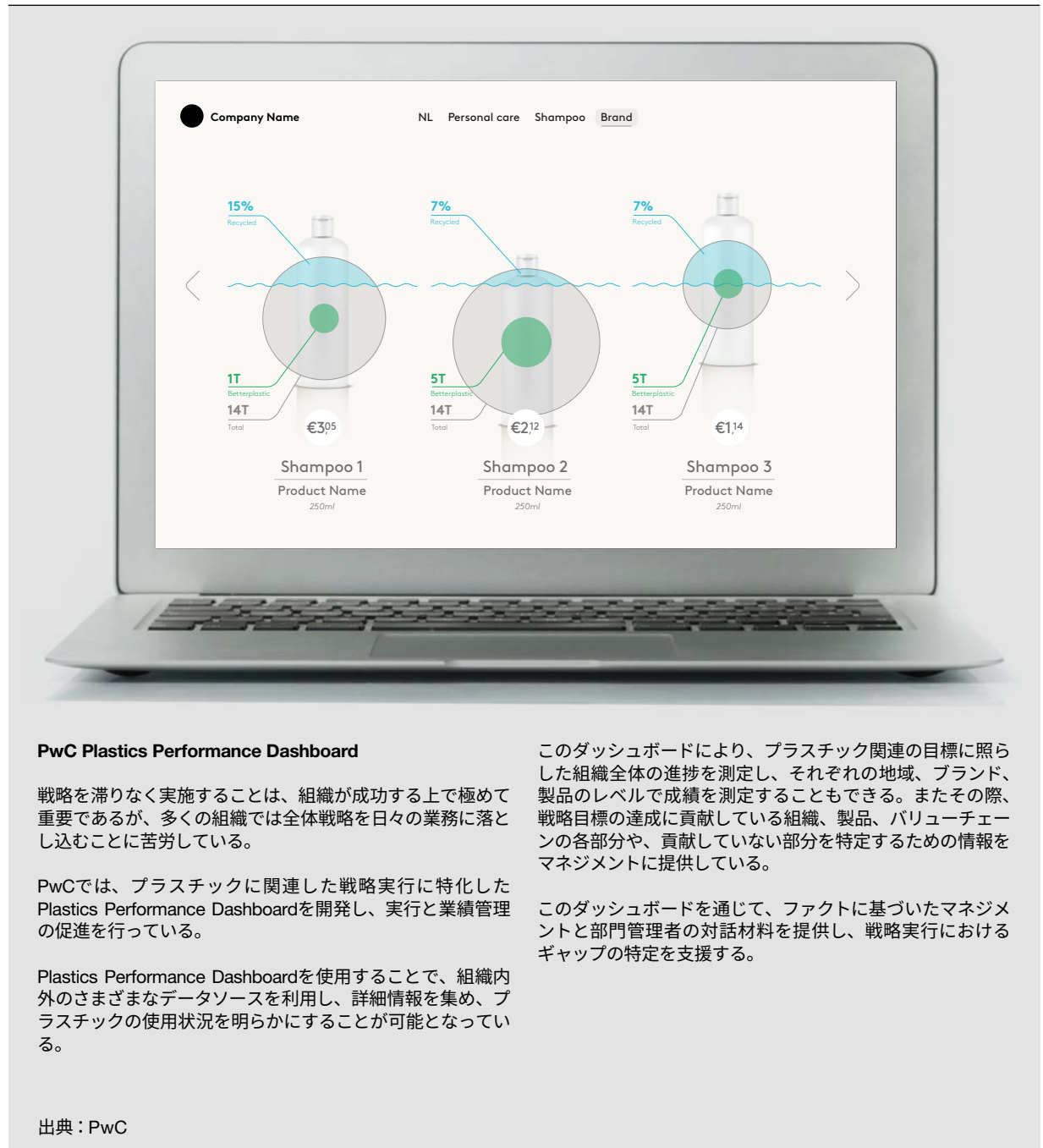
それでもなお、より統一的な指標の開発は重要であると考えられる。なぜならば、他の優れた循環型経済ビジネスモデルを持つ競合との優位性を明確にすることができ、投資家がより多くの情報に基づいて意思決定を行うことができるようになるからだ。そのため指標の開発は、循環型経済ビジネスを発展させるため重要な要素であるといえる。

図表29 各産業において優先的に取り組まれるべき課題

産業	優先的に対処されるべき課題（例）
農業	土地当たりの生産性の向上
ヘルスケア	有害廃棄物の削減
工事	未使用原材料の削減
廃棄物管理	ダウンサイクリング（リサイクルはされるものの、品質が下がるリサイクル）の最小化
金融サービス	ポートフォリオの循環型経済化
鉱業	都市鉱山の活用
製造	原材料の循環
輸送・物流	輸送の効率化

出典：WBCSDに提供を行った、PwCによる調査

図表30 パーソナル・ケア製品に使用されるPwCのPlastics Performance Dashboardの例





第3部

全てを

統合する

前進

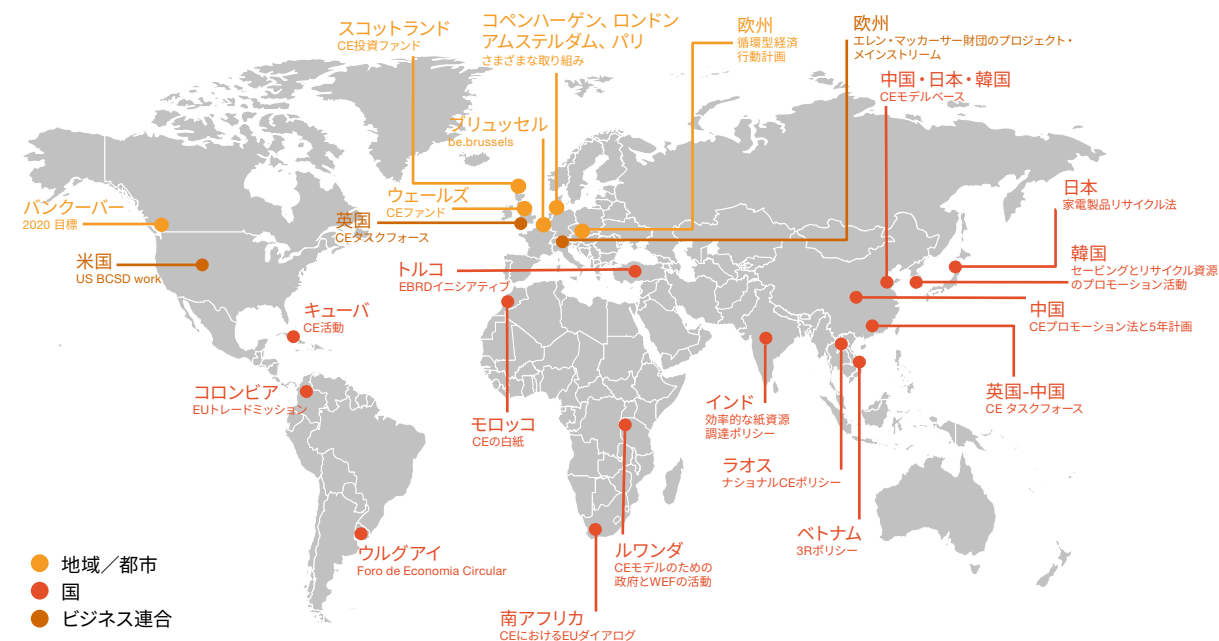
今こそ、新しい考え方、完全循環型経済的な考え方を受け入れる時代である。市民も企業も、今日の経済モデルのあり方を根本的に変えようとしている。

政府は、循環型経済の実現に対する切迫感を企業に感じさせることによって、資源効率が高く、環境に優しく、また持続可能な新しいビジネスモデル開発へのインセンティブを生み出すことができる。こうした中で、根本的なイノベーション施策を試みる企業は、循環型経済が「新常識」になるにつれて、新時代を制することができるのである。図表31は、世界中の多くの循環型経済を牽引するイニシアティブを示したものである。

国連の持続可能な開発目標（SDGs）の達成に貢献したい企業にとっても、循環型経済モデルを採用することは理にかなっている。循環型経済モデルでは、企業がSDGs目標の一つである「つくる責任つかう責任」を達成するために利用できる主要なツールの一つであり、さらには他の多くの目標の達成にも役立つであろう。

確かなことは、現在のリニア・モデルは持続不能に陥っており、変化が必要であるということだ。リニア・モデルによって引き起こされる問題は、対応が遅ければますます難しいものになる。長期的な収益を確保するためには、企業はビジネスのやり方を変え、循環型経済に軸足を移すために行動しなければならない。

図表31 循環型経済のための世界的な取り組みは数多く存在



出典：チャタムハウス

第4部

どのように 支援を行うか

PwCの循環型経済サービスの提供

循環型経済モデルは、強固な戦略から始まる新しい考え方を必要とし、それに続く変革プロセスと、効果的なマネジメント・レポート・プロセスの開発を必要としている（詳細については44～46ページ参照）。

PwCの専門家は、ビジョンの策定や戦略的選択から立ち上げ、実行に至るまでのプロセスを進め、また全体的なインパクト評価まで行うことが可能である。

図表32 PwCの循環型経済サービスの提供

循環型経済モデルの管理と報告業務の支援 PwCコンビテンシー

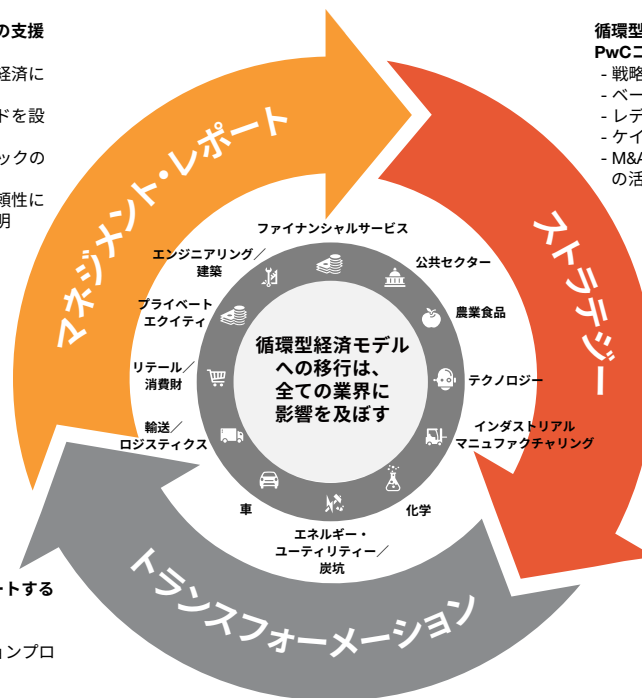
- 経営者の洞察と意思決定を循環型経済に導く
- 循環型経済のモニタリング・ボードを設定
- CSRレポートへの循環型経済トピックの組み込み
- 循環型経済のパフォーマンスの信頼性に関する、ステークホルダーへの説明

循環型経済モデルへの変容をサポートする PwCコンビテンシー

- 製品／サービス提供の定義
- 循環型経済に関するイノベーションプロセスの設定
- 組織デザイン
- 従業員の能力強化とインセンティブ付与
- リニューアルしたバリューチェーンの各段階における循環型経済性の統合
- 法的インパクト・財務インパクトのマネジメント

循環型経済戦略をサポートする PwCコンビテンシー

- 戦略策定
- ベースライン計算とベンチマーク
- レディネスのチェック
- ケイパビリティの測定
- M&Aによる循環型経済とケイパビリティの活性化



PwC Global Network Contact

The Netherlands



Jan Willem Velthuisen
Chief Economist,
PwC Europe
T: +31 88 792 75 58
M: +31 6 2248 3293
E: jan.willem.velthuisen@pwc.com



Taco Bosman
Circular Economy Lead,
PwC Netherlands
T: +31 61 066 77 80
E-mail: taco.bosman@pwc.com

Belgium



Marc Daelman
Partner,
PwC Belgium
T: +32 2 7107159
M: +32 477 500038
E: marc.daelman@pwc.com

Austria



Birgit Haberl-Arkhus
Manager Sustainability Services
PwC Austria
T: +43 1 501 88
M: +43 699 1630 2988
E: birgit.haberl@pwc.com

Germany



Hendrik Fink
Partner Sustainability Services,
PwC Germany
T: +498957905535
M: +4916090145391
E: hendrik.fink@pwc.com



Pia Schnücker
Senior Manager Sustainability Services,
PwC Germany
T: +492119812154
M: +491715677225
E: pia.schnueck@pwc.com

Switzerland



Stephan Hirschi
Director Sustainability & Climate Change,
PwC Switzerland
T: +41 58 792 2789
M: +41 79 687 1778
E: stephan.hirschi@ch.pwc.com

Lead Author



Erika Carlsson
Researcher, Chief Economist Office
PwC Netherlands
T: +31(0)88 792 28 50
M: +31 (0)6 31 77 72 92
E: erika.carlsson@pwc.com

PwC Japan Group Contact

PwC Japanグループ

<https://www.pwc.com/jp/ja/contact.html>



丸山 琢永
Partner,
PwCサステナビリティ合同会社



田原 英俊
Partner,
PwCサステナビリティ合同会社



磯貝 友紀
Partner,
PwCあらた監査法人
PwCサステナビリティ合同会社



山崎 英幸
Senior Manager,
PwCサステナビリティ合同会社

www.pwc.com/jp

PwC Japanグループは、日本におけるPwCグローバルネットワークのメンバーファームおよびそれらの関連会社（PwCあらた有限責任監査法人、PwC京都監査法人、PwCコンサルティング合同会社、PwCアドバイザリー合同会社、PwC税理士法人、PwC弁護士法人を含む）の総称です。各法人は独立した別法人として事業を行っています。複雑化・多様化する企業の経営課題に対し、PwC Japanグループでは、監査およびアシュアランス、コンサルティング、ディールアドバイザリー、税務、そして法務における卓越した専門性を結集し、それらを有機的に協働させる体制を整えています。また、公認会計士、税理士、弁護士、その他専門スタッフ約8,100人を擁するプロフェッショナル・サービス・ネットワークとして、クライアントニーズにより的確に対応したサービスの提供に努めています。

PwCは、社会における信頼を築き、重要な課題を解決することをPurpose（存在意義）としています。私たちは、世界157カ国に及ぶグローバルネットワークに276,000人以上のスタッフを有し、高品質な監査、税務、アドバイザリーサービスを提供しています。詳細は www.pwc.com をご覧ください。

本報告書は、PwCメンバーファームが2019年に発行した『The road to circularity: Why a circular economy is becoming the new normal』を翻訳したものです。翻訳には正確を期しておりますが、英語版と解釈の相違がある場合は、英語版に依拠してください。

電子版はこちらからダウンロードできます。 www.pwc.com/jp/ja/knowledge/thoughtleadership.html

日本語版発行年月：2020年3月 管理番号：I201911-3

©2020 PwC. All rights reserved.

PwC refers to the PwC network and/or one or more of its member firms, each of which is a separate legal entity. Please see www.pwc.com/structure for further details. This content is for general information purposes only, and should not be used as a substitute for consultation with professional advisors.